ISSN 0376-477X

中華農業研究

第五十三卷 第 三 期

目 次

東方果實蠅生態調查技術之研究（一）田間密度快速監測技術
……鄭 允 蘇文瀛 黃毓斌 江明耀 高靜華 …155

應用核酸逢機增殖多型性分子標記進行番椒屬種原核心收集遺傳歧異之研究
……范明仁 陳 述 L. M. Engle …165

葉綠素計應用於水稻植體氮營養狀況之測定
……羅正宗 陳一心 陳宗禮 …179

彩葉蘭授粉期與果莢冷藏對種子發芽之影響
……蕭翌柱 夏奇鈮 蔡新聲 …193

台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異
……謝光照 …201

台灣芭蕉(*Musa formosana*)形態特性之調查與分析
……邱輝龍 許圳塗 張祖亮 李倩雲 范明仁 …207

中華民國九十三年九月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國 臺灣 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究 (J. Agric. Res. China) 53:155~164 (2004)

東方果實蠅生態調查技術之研究（一）田間密度快速監測技術 [1]

鄭 允 [2] 蘇文瀛 [3] 黃毓斌 [2,4] 江明耀 [2] 高靜華 [2]

摘　　要

鄭允、蘇文瀛、黃毓斌、江明耀、高靜華。2004。東方果實蠅生態調查技術之研究（一）田間密度快速監測技術。中華農業研究 53:155-164。

東方果實蠅共同防治體系目前採用「旬密度」方法監測，本研究目的旨在發展迅速且正確的快速監測技術，其原則為(1)時間不超過 30-60 分鐘，(2)所得資料與現行「旬密度」具相關性。進行試驗之期間為 92 年 7 月至 12 月，屬東方果實蠅正常活動季節，不受低溫的影響，試驗區涵蓋霧峰、芬園及草屯三個鄉鎮，全區共佈設 68 個測定點。快速監測資材採用傘式誘殺器，內裝含乃力松之甲基丁香油藥液棉片，下置錐型網收集蟲體，網下方之地面鋪設白色塑膠布。調查時間為上午 9:00 至下午 2:00，以每一「旬密度」測定點為中心，在半徑 100 公尺之外圍，以 120 度角區分三處檢定點，每點調查 10 分鐘，3 處合計 30 分鐘。凡落入網內及塑膠布上之蟲體均合併計算，所得蟲數與該測定點之旬密度蟲數為同一筆資料之 A 組與 B 組。試驗分 4 組進行，含三組單人組及一組雙人組，各收得 280、136、146 及 229 筆資料。調查資料經自然對數（ln）轉換後，進行「旬密度」及「快速監測密度」之相關分析，結果顯示雙人組之兩種監測資料的相關係數（r）超過 0.7，較三組單人組之 r 值 0.24-0.42 為高，惟考量理論上「旬密度為零時，30 分鐘所監測之密度亦應為零」，因此選擇雙人組 100 隻以內的資料建立截距歸零後之迴歸方程式，其判定係數（R^2）超過 0.93，資料轉換後所發展之直線迴歸模式為 Y ＝ 0.411X。依此一模式估算，現有「旬密度」四級密度指標綠燈、黃燈、藍燈及紅燈之蟲數分界為 64 隻、256 隻與 1024 隻，而相對在「快速監測」之分界標準則為 6 隻、11 隻及 19 隻。田間實際應用時，需以雙人組方式進行，並需為適合東方果實蠅活動的季節，且無其他外來干擾因子如農藥等，即可快速檢定東方果實蠅的密度。

關鍵詞：快速密度監測、東方果實蠅。

前　　言

害蟲密度監測可及時瞭解害蟲族群動態，有助於決定防治時機與防治資材用量(陳等 1996；黃等 1998；Steiner & Lee 1955)，並能藉此預估經濟損失，為蟲害防治之重要工作(鄭等 2003；蘇等 2003)。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2200 號。接受日期：93 年 7 月 8 日。
2. 本所應用動物組研究員、助理研究員、計畫助理及副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組組長兼研究員。
4. 通訊作者，電子郵件：ybhuang@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23309097。

東方果實蠅(Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel)為本省果樹之首要害蟲，嚴重影響水果品質及產量，也是水果外銷檢疫之瓶頸。此蠅寄主種類多，且移動能力強，防治時惟有採取共同防治方能奏效。農業試驗所自 1994 年接手辦理共同防治以來，已建立果實蠅密度監測系統，全島共設置 61 個監測站，每站在果園、廢園及非栽培區各懸掛 3 個密度調查器，每月 3、13、23 日彙整監測站回報蟲數為「旬密度」資料，並劃分為綠、藍、黃及紅四級預警指標，分別為 0-64 隻、65-256 隻、257-1024 隻及 1025 隻以上，作為判斷果實蠅防治之密度基準。然若遇到突發之果實蠅疫情時，此方式不易應用，乃著手研發較為迅速簡便，且能與現行密度監測具相關之快速監測法，以彌補現行技術之不足。擬發展之新技術以能符合(1)工時不超過 30-60 分鐘，(2)所獲得資料與現行「旬密度」具相關性兩項條件為原則。

材料與方法

每日密度測定之最適時段

依據 Steiner(1952)及李(1978)記載，果實蠅主要活動時間為上午 10:00 起至傍晚時分。為再確認果實蠅密度測定之最適時段，先於三處地點分五個時段，分別為上午 9:00 至 11:00、上午 11:00 至下午 1:00、下午 1:00 至 3:00、3:00 至 5:00 及下午 5:00 至翌日上午 9:00，以傘式誘蟲器進行誘集試驗，每時段誘集蟲體均分別計算。

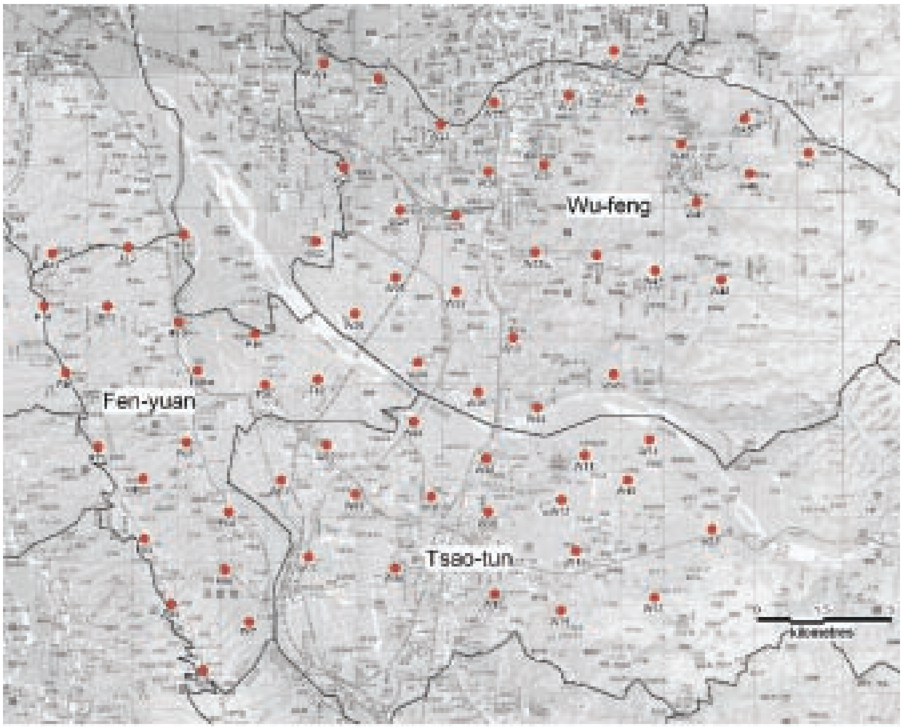

圖 1. 經 GPS 標定之密度測定點分布圖(農業試驗所鄰近之霧峰鄉、芬園鄉及草屯鎮)。

Fig. 1. Testing area for developing a rapid density detection technique for the oriental fruit fly (in Wu-feng, Fen-yuan and Tsao-tun areas adjacent to Agricultural Research Institute).

兩種密度監測技術相關性測試

試驗期間為 92 年 7 月至 12 月，試驗區約 17,500 公頃，範圍涵蓋霧峰、芬園及草屯三個鄉鎮，環境溫度最高溫為 35℃，最低溫約 20℃，全期平均氣溫約 25~27℃。全區共佈設 68 個測定點，以衛星定位(Global Position System, GPS)標定位置，兩點相距至少 1 公里以上，其分佈位置如圖 1。

每一測定點均同時進行「旬密度」及「快速密度監測」。「旬密度」監測仍採用現行之資材及方法，使用中改式性費洛蒙誘蟲盒下接保特瓶(圖 2a)，調查方法為定點懸掛，誘蟲盒內之誘殺劑為含 90%甲基丁香油及 5%乃力松之誘餌，每月更換一次，每 10 天計算蟲數一次，所得為 A 組資料。

「快速密度監測」之資材則採用傘式誘殺器(圖 2b)，內裝 2.5 cc含乃力松之甲基丁香油藥液棉片。於「旬密度」監測收集蟲體當日，進行快速監測，調查時段為上午 9:00 至下午 2:00 之間完成。以「旬密度」測定點為中心，每隔 120 度向外延伸出 3 個調查點，調查點與中心相距半徑 100 公尺(圖 3)，每點調查 10 分鐘，3 處合計 30 分鐘，以直徑 40 公分，高為 60 公分之錐型網收集蟲體，網下地面鋪設白色塑膠布(大小為 100 公分×100 公分)，凡落入網內及塑膠布上之蟲體均合併計算，所得為 B 組資料。自 7 月至 12 月，全區共調查 15 次，同一調查點同時建立 A 組與 B 組資料。工作人員分 4 組進行，其中三組為單人，一組為雙人。

分析方法

單人組及雙人組之原始資料經數值轉換後，進行相關係數分析，由具相關關係之資料進行迴歸分析後，以迴歸方程式探討模式之可行性。本試驗以 Excel 2000 及 Sigmaplot 8.0 (SPSS Inc. 2002)軟體先行分組製圖，再利用 SAS (SAS Institute 1992)套裝軟體進行迴歸分析，迴歸線之信賴界限(confidence limit)為±99%。

結　果

測定密度之最適時段

圖 4 為每日五個時段之誘殺蟲數頻度，分別為 7、21、38、26 及 9%，其中，上午 9:00 至下午 3:00 間六小時間之誘集蟲數占全天之 85%，與李(1978)及劉(1981)提及果實蠅活動時間相符，因此劃定上午 9:00 至下午 2:00 為快速密度測定方法之測試時間。

圖 2. 旬密度監測(a)及快速密度監測(b)用資材。

Fig. 2. Set-up for oriental fruit fly density monitoring: (a) 10-day monitoring trap; (b) umbrella trap for 30-min rapid density monitoring.

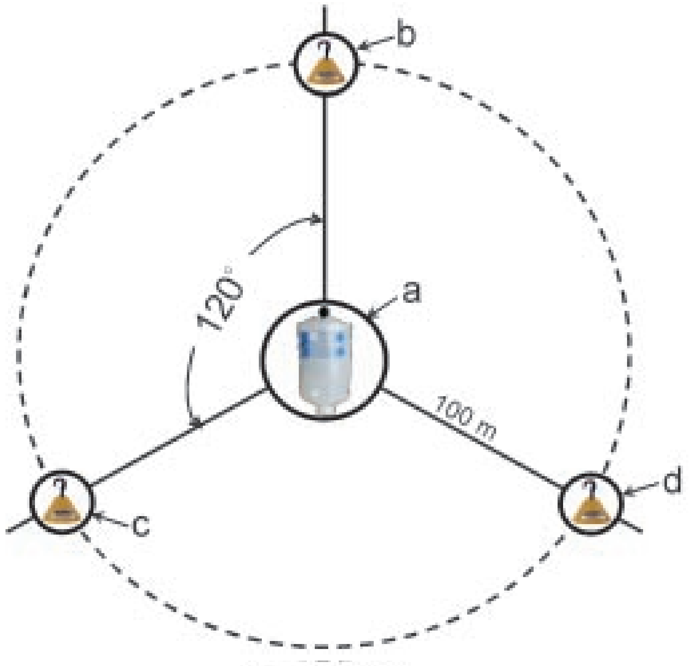

圖 3. 快速監測定位圖：旬密度調查點(a)、快速監測調查點(b-d)。

Fig. 3. Relative location of the 10-day monitoring trap (a) and 30-min rapid density monitoring (b-d).

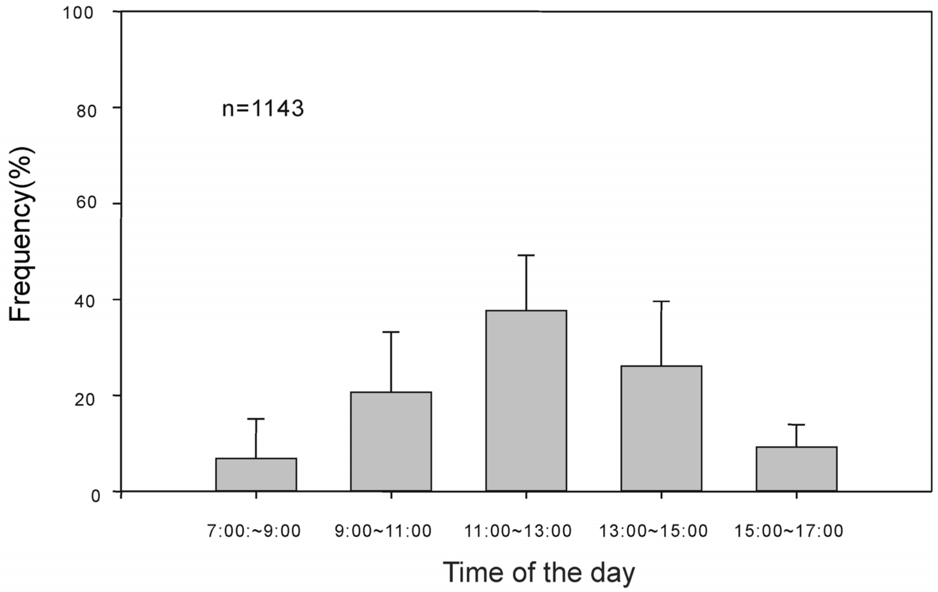

圖 4. 每日不同時段甲基丁香油誘殺雄蠅之頻度分布(n = 1143 隻)。

Fig. 4. Daily activity of the male oriental fruit fly trapped by methyl eugenol in different time intervals of the day (n = 1143 flies).

快速監測與旬監測之試驗資料處理

單人觀測分為 a、b 及 c 三組，所得資料各有 280、136 及 146 筆，雙人觀測組之資料為 229 筆。為進行相關性分析，先試行將原始資料進行資料轉換分析，比較自然對數（ln）和 $x^{0.2}$ 轉換，進而求取與原始資料之相關係數分析如表 1。經檢視原始資料與轉換後兩者之相關係數分析結果，在 $p<0.05$ 之顯著水準情況下，兩種轉換資料間之相關係數均達 0.70 以上，其 Root mean squared error 差異甚小，為求資料處理方便乃採用自然對數轉換，再進行相關分析。

三組單人組及及一組雙人組之資料經自然對數轉換，並以旬密度為自變數，30 分鐘密度為應變數，進行迴歸分析後各組之截距、斜率及 R^2 值均詳列於表 2。表 2 資料顯示，三組單人組之迴歸 R^2 值極為接近且均低於 0.2，遠低於雙人組之 R^2 值 0.49，顯示雙人觀察資料對於解釋迴歸式變異量較佳。此外，誘得蟲數之多寡可能也會影響短時間內觀察計數的正確性，因而再將資料依照蟲數予以區分為 1-60 隻、1-80 隻、1-100 隻，以及全部觀察值四組加以分析與比較(表 3)。由表 3 得知，四種不同蟲數密度區間的 r 值差異不大，但雙人組的相關 r 值穩定地介於 0.73 與 0.70 之間，遠高於單人組，r 值介於 0.24 與 0.42 之間。

表 1. 旬密度監測(x_1)與快速監測 30 分鐘資料(x_2)相關係數分析($p<0.05$)
Table 1. Correlation matrix between data sets collected at 10-day-interval(x_1) and 30-min rapid monitoring (x_2)

Variables	Density					
	x_2	x_1	$\ln x_2$	$\ln x_1$	$x_2^{0.2}$	$x_1^{0.2}$
x_2	1.00					
x_1	0.36	1.00				
$\ln x_2$	0.71	0.44	1.00			
$\ln x_1$	0.32	0.78	0.48	1.00		
$x_2^{0.2}$	0.80	0.45	0.99	0.48	1.00	
$x_1^{0.2}$	0.35	0.86	0.50	0.99	0.49	1.00

表 2. 旬密度($\ln x_1$)與 30 分鐘密度($\ln x_2$)迴歸分析
Table 2. Regression analysis of 10-day interval data ($\ln x_1$) and 30-min data ($\ln x_2$)

Data collected by	Intercept (S.E.)[z]	t-value (p)	Slope (S.E.)	t-value (p)	R^2
Two-person team (n = 229)	-0.54	-2.49	0.49	14.81	0.49
	(0.218)	(p>0.01)	(0.03)	(p<0.01)	
Single person - a (n = 280)	0.96	3.64	0.26	6.07	0.12
	(0.264)	(p<0.01)	(0.042)	(p<0.01)	
Single person - b (n = 136)	-0.21	-0.63	0.32	5.36	0.18
	(0.329)	(p>0.01)	(0.059)	(p<0.01)	
Single person - c (n = 146)	0.79	1.63	0.23	3.15	0.07
	(0.486)	(p>0.01)	(0.07)	(p<0.01)	

[z] Standard error.

討 論

單人組之資料分析結果顯示兩種密度調查方法相關性甚低，較不宜採用；但雙人組資料之旬密度與 30 分鐘密度調查結果具高相關性，因此可以試行發展此兩種調查方法間的相關模式。然分析所得之方程式截距為-0.54，對照 Student’s t 表則呈現不顯著(p>0.01)，與理論上「田間無蟲時，兩種方法的觀察值均應為 0 隻」的假設可謂一致。因此，試以 y=bx 求其迴歸，結果如表 4，所得 R^2 顯著提升到 0.93 以上(R^2 為解釋原點位置變異之能力)。進行此一校正時，1-60 隻、1-100 隻及全部資料等三組分析資料的截距呈不顯著，故可校正為通過原點，迴歸方程式對於原點位置之變異解釋能力均達 93%以上，惟 1-80 隻之迴歸截距與零之間差異呈顯著，故不予採用。圖 5a、b 為 1-100 隻資料經校正後結果之比較。所有資料經校正所得之方程式可優先作為旬密度估測 30 分鐘密度之模式(其中 $Y = \ln x_2$，$X = \ln x_1$)。

表 3. 不同資料使用條件下，旬密度監測($\ln x_1$)與 30 分鐘快速監測($\ln x_2$)資料之相關係數(n =樣本數)

Table 3. Correlation coefficients between 10-day interval and 30 min monitoring data based on different ranges of fly numbers (n = sample size)

Working team	Range of fly numbers			
	1-60 flies	1-80 flies	1-100 flies	All data
Two-person team	0.73 (n = 217)	0.73 (n = 222)	0.70 (n = 228)	0.70 (n = 229)
Single person - a	0.28 (n = 257)	0.31 (n = 268)	0.33 (n = 274)	0.35 (n = 280)
Single person - b	0.42 (n = 136)	0.42 (n = 136)	0.42 (n = 136)	0.42 (n = 136)
Single person - c	0.24 (n = 138)	0.28 (n = 140)	0.26 (n = 142)	0.26 (n = 146)

表 4. 雙人組之旬密度監測($\ln x_1$)與 30 分鐘快速監測($\ln x_2$)迴歸方程式分析表

Table 4. Regression analysis of 10-day interval ($\ln x_1$) data and 30-min ($\ln x_2$) based on data collected by the two-person team.

Independent variable and dependent variable	Intercept (S.E.)	t-value (p)	Slope (S.E.)	t-value (p)	R^2
A.1-60 flies (n = 217)					
1. $\ln x_2 = a + b \ln x_1$	-0.521 (0.201)	-2.58 (p>0.01)	0.477 (0.03)	15.4 (p<0.01)	0.53
2. $\ln x_2 = b \ln x_1$			0.400	0.007 (p<0.01)	0.94
B.1-80 flies (n = 222)					
1. $\ln x_2 = a + b \ln x_1$	-0.576 (0.204)	-2.82 (p<0.01)	0.489 (0.030)	15.7 (p<0.01)	0.53
2. $\ln x_2 = b \ln x_1$			0.404 (0.006)	58.2 (p<0.01)	0.94
C.1-100 flies (n = 228)					
1. $\ln x_2 = a + b \ln x_1$	-0.544 (0.218)	-2.49 (p>0.01)	0.492 (0.033)	14.8 (p<0.01)	0.49
2. $\ln x_2 = b \ln x_1$			0.411 (0.007)	56.03 (p<0.01)	0.93
D.All data (n = 229)					
1. $\ln x_2 = a + b \ln x_1$	-0.536 (0.222)	-2.41 (p>0.01)	0.492 (0.033)	14.5 (p<0.01)	0.48
2. $\ln x_2 = b \ln x_1$			0.412 (0.007)	55.4 (p<0.01)	0.93

進一步由雙人組之 1-60 隻、1-100 隻及全部資料所得關係式 Y = 0.400X，Y = 0.411X 及 Y = 0.412X 式中，估算旬密度相對於 30 分鐘密度(表 5)。以旬密度估計，紅與黃燈指標之分界 1024 隻/旬之相對 30 分鐘密度值為 16-17.3 隻，黃燈與藍燈指標之分界 256 隻/旬之相對值為 9.2-9.9 隻，藍燈與綠燈指標之分界 64 隻/旬之相對值則為 5.3-5.5 隻。考量雙人組的所有資料共計 229 筆，其中僅 1 筆資料超過 100 隻以上，未來作為實際應用之估算方程式，可採用 1-100 隻的資料。

此一東方果實蠅密度快速監測技術所得的試驗結果與現行旬密度監測具正相關，而雙人組所獲得資料之相關性遠高於單人組。全部資料經統計分析後，求取「30 分鐘密度監測」與「旬密度」兩者之間達到統計顯著水準之相關換算係數。此一模式在果實蠅活動適溫期均可適用，但冬季低溫影響果實蠅飛翔活動力時(Iwahashi 1972)，或果園噴灑過農藥後的 2-3 天內，活蟲數與鄰近地區有落差時，均會影響調查結果。

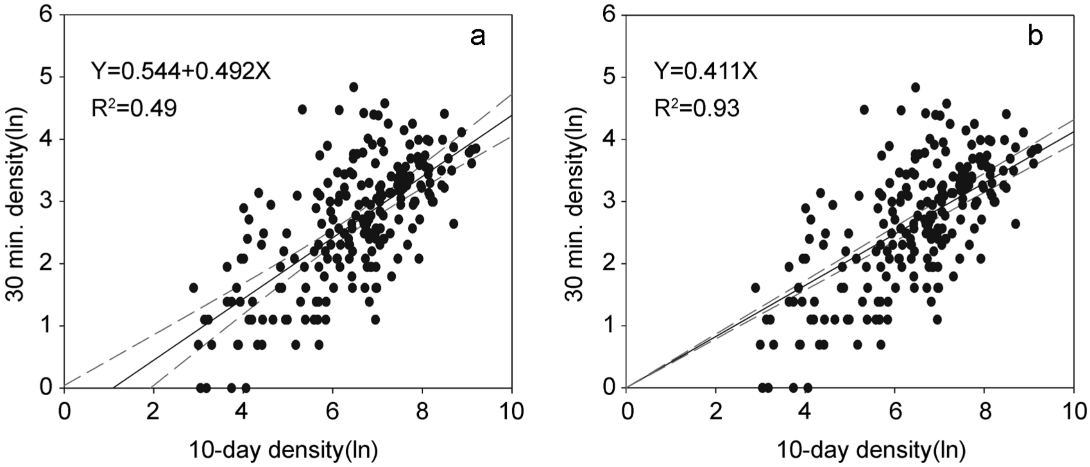

圖 5. 雙人組 1-100 隻之旬密度與 30 分鐘快速監測之迴歸分析圖(a:截距不為零； b:截距為零，Y=ln x_2, X=ln x_1)。

Fig. 5. Regression line of 10-day interval vs. 30-min data from two-person counts (a: with intercept; b: intercept set to zero；Y=ln x_2, X=ln x_1).

表 5. 旬密度與快速監測密度資料之估算對照表

Table 5. Estimation of 30 min counts from 10-day interval data by regression equation

Density Index[z] (no. flies /10 days)	No. of flies detected in 30-min ± S.E. (untransformed)		
	64 flies	256 flies	1024 flies
1-60 flies	5.3 ± 1.03	9.2 ± 1.04	16.0 ± 1.05
Y = 0.400X[y]			
1-100 flies	5.5 ± 1.03	9.9 ± 1.04	17.3 ± 1.05
Y = 0.411X			
All data	5.5 ± 1.03	9.9 ± 1.04	17.3 ± 1.05
Y = 0.412X			

[z] Density index (fly number per 10 days): green: 0-64 flies; blue: 65-256 flies; yellow: 257-1024 flies; red: above 1025 flies.

[y] Y = ln x_2; X = ln x_1.

依本試驗結果，若需在一個選定地區測試東方果實蠅密度時，可遵循下列步驟進行監測：

1. 由擬調查之中心點算起半徑 100 公尺之外圍選取 3 處，於日間 9:00-14:00 進行調查。
2. 測試用資材為傘式誘殺器，內裝含乃力松及甲基丁香油藥液棉片。以錐型網收集蟲體，網下方之地面鋪設白色塑膠布。
3. 每處調查 10 分鐘，記錄觀察到之死活蟲數，以 3 處調查之總蟲數為密度調查結果。
4. 調查蟲數經換算後求得「旬密度」，蟲數在 6 隻以下相當於「旬密度」的綠燈指標，6-10 隻相當於藍燈指標，11-18 隻相當於黃燈指標，19 隻以上屬紅燈指標。

未來於田間進行東方果實蠅密度快速監測時，建議以每組兩人之雙人組進行估測，擬參與監測人員可洽農業試驗所安排講習訓練，確實瞭解調查步驟及判定標準，期能減少人為誤差，而獲致均一之監測基準。

誌 謝

本研究承蒙農委會動植物防疫檢疫局執行擴大就業服務方案-「動植物疫病蟲害共同防治及流浪犬收容管理計畫」經費補助，防檢局李木川先生協助人力配置規劃及提供寶貴意見，霧峰地區雇用人員李憲昇、林鋒明、王建鈴、李金火（已故）、林敏良及林福立等 6 員協助田間測試，謹致謝忱。

引用文獻

李文蓉。1978。東方果實蠅的生態與防治。p.19-26。中央研究院動物所專刊第三號。昆蟲生態與防治研討專輯。中央研究院。台北市。

陳秋男、鄭允、黃毓斌、高靜華、蘇文瀛。1996。東方果實蠅族群變動與寄主水果產量之關係。植物保護會刊 38:149-166。

黃毓斌、高靜華、鄭允。1998。本省東方果實蠅防治策略與展望。p.9-25。台灣果實蠅防治技術研討會專刊。國立中興大學昆蟲學系。台中市。

鄭允、高靜華、江明耀、黃毓斌。2003。東方果實蠅防治現代化-區域防治之策略與執行。p.49-66。植物保護學會特刊新 5 號 - 植物保護管理永續發展研討會專刊。中華植物保護學會。台中市。

蘇文瀛、陳秋男、鄭允、黃毓斌。2003。台灣東方果實蠅之地理分布及統計預測。p.67-110。植物保護學會特刊新 5 號 - 植物保護管理永續發展研討會專刊。中華植物保護學會。台中市。

劉玉章。1981。台灣東方果實蠅之研究。昆蟲學會會報 16:9-26。

Iwahashi, O. 1972. Movement of oriental fruit fly adults among islets of Ogasawara island. Environ. Entomol. 1:176-179.

SAS Institute. 1992. SAS / BASE Software:Applications Guide. Version 8.2, Cary, NC：SAS Institute, Inc., USA.

SPSS Inc. 2002. Sigmaplot 8.0 user’s guide. SPSS Inc., Chicago, IL., USA.

Steiner, L. F. 1952. Methyl eugenol as an attractant for oriental fruit fly. J. Econ. Entomol. 45:241-248.

Steiner, L. F. and R. K. S. Lee. 1955. Large area tests of a male-annihilation method for oriental fruit fly. J. Econ. Entomol. 62:4-7.

Study on the Ecological Methods for the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel. I. Developing a Rapid Technique for Density Monitoring[1]

Edward Y. Cheng[2], Wen-Ying Su[3], Yu-Bing Hwang[2,4], Ming-Yao Chiang[2] and Ching-Hua Kao[2]

Summary

Cheng, E. Y., W. Y. Su, Y. B. Hwang, M. Y. Chiang, and C. H. Kao. 2004. Study on the ecological methods for the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel. I. Developing a rapid technique for density monitoring. J. Agric. Res. China 53:155-164.

A 10-day density monitoring system for the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, has been used for the area-wide control program in Taiwan since 1994. This monitoring method records average catch of fruit flies over ten days, which can reduce the day to day variation and provides a stable report. However, the 10-day monitoring data can not be applied in an urgent situation, and a rapid monitoring technique to complement the existed system has been developed. Major criteria for the rapid monitoring technique are shortening the survey time to less than one hour, and the obtained data should be comparable to current 10-day monitoring data.

Field experiments had been performed from June to December of 2003, a period without low temperature that might hamper the activity of fruit flies. The testing field covering acreage of more than 17,500 hectares is located in Wufeng, Tsaotun and Fenyuan areas that crossing Taichung, Nantou and Changhua counties. Sixty-eight surveying spots were chosen to establish both 10-day and rapid density monitoring data, and the distance between any two surveying spots is more than one kilometer. Rapid density detection technique was tested in individual surveying spot on the 10th day by applying the umbrella-type trap baited with naled and methyl eugenol mixture. A collecting net (40 cm in diameter and 60 cm height) was hanging under the trap, and a 100 cm×100 cm white plastic cloth was placed on the ground to help visualizing the attracted fruit flies. Three observation traps, each is one hundred meter afar from the surveying spot, were arranged in right-angled triangle form. The observation time in each trap is ten minutes and the number of flies attracted/killed was recorded. Four observation teams, a two-person team and three single person teams, were dispatched for the field experiment. Accumulated 10-day and rapid density monitoring data were analyzed for possible correlations, and the results indicated that the coefficient of correlation (r) between data of two methods only ranged from 0.24 to 0.42 for single person

team, while is 0.7-0.73 for the two-person team. Consequently, the data obtained from the two-person team was used to develop the correlation model between the 10-day and the rapid density monitoring methods. The obtained data had gone through the log transformation for statistic analysis to establish a correlation equation , Y = 0.41X, and the determined coefficient (R^2) exceeds 0.93.

Key words: Rapid density detection technique, *Bactrocera dorsalis*.

---

1. Contribution No.2200 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 8, 2004.

2. Respectively, Senior Entomologist, Assistant Entomologist, Project Assistant and Associate Entomologist. Applied Zoology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Senior Entomologist, Pesticide Application Division, Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail: ybhuang@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23309097.

應用核酸逢機增殖多型性分子標記進行番椒屬種原核心收集遺傳歧異之研究 [1]

范明仁 [2]　陳 述 [2,4]　L. M. Engle[3]

摘　要

范明仁、陳述、L. M. Engle。2004。應用核酸逢機增殖多型性分子標記進行番椒屬種原核心收集遺傳歧異之研究。中華農業研究 53:165-178。

本研究之主要目的為針對利用性狀調查資料所建立的番椒屬種原核心收集，期望藉由 RAPD 分子標記，就分子層次瞭解該種原核心收集的遺傳歧異結構。本研究以 16 個逢機引子，針對番椒屬種原核心收集的 264 份種原進行 RAPD 分析，並據此進行集群分析結果發現，由兩群間最小距離(Mini Distance；MD)於 0.83 為分群依據時，可明顯的將番椒屬種原核心收集區分為 5 個子群，其中 *C. annuum* 的種原有 92%集中在第 1 子群，*C. baccatum* 亦有 92%的種原集中在第 4 子群，*C. chinense* 的種原為 86%集中在第 2 子群，*C. frutescens* 為 86%的種原集中在第 3 子群，而 *C. chacoense* 則是全部的參試種原皆集中於第 5 子群，顯示就分子層次而言，番椒屬內各不同“種”別的種原間具有顯著的遺傳歧異，因此在建立番椒屬種原核心收集時，應以儘量包含不同“種”別的種原為考量。針對同一“種”別之種原研究結果發現，仍有少部份的種原會散佈至其它子群中，顯示“種”內亦具有相當程度的歧異分化存在，以保存寬廣之遺傳歧異的觀點而言，這些具有歧異分化的種原納入在種原核心收集中是相當有意義的。經由 Shannon-Weaver 歧異指數之估算發現，第 1 子群(主要成員為 *C. annuum*)歧異指數較低(為 0.783)，顯示群內種原間的遺傳相似性較其它群為高，研究認為應可藉由 RAPD 分子標記針對該群種原進行再篩減，以形成更具代表性的種原核心收集。因此本研究應用 RAPD 分析探討番椒屬種原核心收集之結果顯示，藉由分子標記不但有助於瞭解分子層次的遺傳歧異結構，並可應用於輔助種原核心收集之建立。

關鍵詞：番椒屬、核心收集、核酸逢機增殖多型性、遺傳歧異。

前　言

植物種原具有的多型性與遺傳歧異是作物育種的原動力，而保存種原的主要目的即為維持遺傳歧異以提供作為育種的基礎材料。由於未來可能的育種需求是無法預知的，因此一般認為進行種原保存時應以維持較寬廣的種原歧異範圍為原則。但當面對寬廣龐大的種原保存時，卻也相對地衍生出了另

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2201 號。接受日期：93 年 7 月 21 日。
2. 本所作物種原組研究員兼組長、助理研究員。臺灣　臺中縣　霧峰鄉。
3. 亞洲蔬菜研究發展中心種子及種原保存研究室遺傳學家兼主任。臺灣　臺南縣　善化鎮。
4. 通訊作者，電子郵件：cshu@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23331673。

外一些問題:就種原的利用而言，育種學家們所關心的課題是如何能更有效率地由繁多的種原中篩選出所需的育種材料；而對於種原管理者而言，所關心的課題是應如何利用最經濟的資源來保存這些珍貴的種原，並設法提升種原蒐集及保存的效率。

Frankel(1984)首先提出了「種原核心收集」(core collection of germplasm)的概念，定義所謂的核心收集係指由現存的種原收集中所選取出的一小部份種原，而這一小部份種原的主要特色為可代表現存種原收集的遺傳歧異；至於其餘未被選取作為核心收集的種原則稱之為「儲備收集」(reserve collection)。因此，在形成種原核心收集時，應以不包含重複(no duplicate)，減少各種原間的相似性(similarity)，並以可代表整個種原收集的遺傳梯度範圍(genetic spectrum; gradient)為原則(Brown 1995)。

基於種原核心收集在種原管理及育種研究上的潛力，目前有關種原核心收集的研究報告陸續出爐，其中較具研究規模或系統的作物有花生(Holbrook *et al.* 1993；Holbrook & Anderson 1995)、單年生苜蓿屬(Diwan *et al.* 1994；Diwan *et al.* 1995；Brummer *et al.* 1995)、一年生苜蓿屬(Basigalup *et al.* 1995；Bouton 1996；Jung *et al.* 1997)、菜豆(Tohme *et al.* 1995；Tohme *et al.* 1996；Skroch *et al.* 1998)、黑麥草(Charmet *et al.* 1993；Charmet *et al.* 1994；Balfourier *et al.* 1994)及小麥(Spagnoletti Zeuli & Qualset 1993)。

目前應用蛋白質或分子標記於種原核心收集的相關研究報告不多，可區分為以下 2 個方面來探討，即有關輔助種原核心收集之建立，以及種原核心收集建立之後的後續研究利用。

首先就輔助種原核心收集之建立的相關研究而言，在可可(*Theobroma cacao* L.)的研究方面，Ronning & Schnell(1994)針對由美國可可研究所(American Cocoa Research Institute; ACRI)所逢機選出的 86 份可可種原，以等位基因酵素(allozyme)評估其遺傳歧異，結果發現各不同形態群間的種原歧異較各不同地理來源間為高，故建議日後應結合形態特性與等位基因酵素，以建立可可的種原核心收集。Brummer 等人(1995)針對單年生苜蓿屬內分屬於 6 個物種(species)的 33 個種原，以 10 個 RAPD 逢機引子進行分析，嘗試了解 RAPD 對於物種內與物種間的解析力，研究結果發現分群結果與傳統分類的結果一致，於是提出分子標記可用於輔助種原核心收集之形成。Lerceteau 等人(1997)則是針對涵括有各不同地理來源，以及依據莢與豆之形態性狀所區分之各不同形態群(morphological groups)的 155 份可可種原，以 RAPD 與 RFLP 分子標記評估種原之遺傳歧異，並嘗試瞭解各不同形態群間之演化關係，結果認為這些資訊可提供作為日後建立種原核心收集之用。Dahlberg 等人(2002)針對 42,000 份的高梁種原保存，利用種子之性狀與 RAPD 分子標記分別進行集群分析，嘗試建立種原核心收集，並期望以 RAPD 集群分析結果為基礎，發展出能直接利用種子性狀即可得到與 RAPD 分群一致的結果，研究結果顯示無法直接利用種子性狀得到與 RAPD 多型性相符的分群結果。

在種原核心收集建立之後的後續研究利用方面，Tohme 等人(1996)利用 AFLP 指紋分析技術，針對 CIAT 菜豆種原核心收集的 114 個種原進行分析，期望藉由核心收集，可對於 CIAT 整個菜豆種原保存的遺傳歧異結構有更進一步的瞭解，研究結果發現該種原保存可區分為中美(Mesoamerica)、哥倫比亞(Colombia)、厄瓜多爾-北祕魯(Ecuador-Northern Peru)與南安地斯山脈(Southern Andes)四個分群。Hokanson 等人(1998)針對美國植物種原系統的蘋果種原核心收集(Kresovich *et al.* 1995)，以 SSR 分子標記就種原之重複與遺傳歧異進行探討，研究結果顯示 SSR 分子標記對於種原重複之判別具有高解析力，而遺傳歧異的分析結果亦與已知的地理來源和譜系資料一致，因此認為 SSR 可用以輔助種原之管理。Chavarriaga-Aguirre 等人(1999)針對藉由地理來源、農藝性狀與同功異構酵素(isozyme)所建立的樹薯種原核心收集中的 521 份種原，利用 SSR 分子標記探討其遺傳歧異，發現來自於不同國家來源之種原的基因座數目與序列具有差異存在，另亦探討合併使用同功異構酵素與 AFLP 分子標記，有助於鑑別種原重複，可輔助由核心收集中挑選出具唯一基因型(unique genotypes)的種原。

番椒(Pepper, *Capsicum* spp.)為茄科(Solanaceae)番椒屬(*Capsicum*)之一年或多年生作物，原產於中美洲的墨西哥及南美洲的秘魯、玻利維亞等地區，為全球性之茄科三大作物之一，僅次於馬鈴薯和番茄。番椒目前是亞洲地區相當重要的蔬菜作物(張 1988)，針對此重要的園藝作物，亞洲蔬菜研究發展中心與國家作物種原中心已利用性狀特性調查資料，建立了一個含有 264 份種原的番椒屬種原核心收集，本研究之主要目的為嘗試利用核酸逢機增殖多型性(RAPD)分子標記，就分子層次瞭解該種原核心收集的遺傳歧異結構，並探討應用分子標記輔助核心收集建立之可行性。

材料與方法

試驗材料

本研究參試材料為亞洲蔬菜研究發展中心針對番椒屬種原保存(共計 6,835 份)，利用性狀特性調查資料篩得的種原核心收集，共含有 264 份種原(表 1)，納入統計分析的為 12 個測度性狀(ratio scale traits)的特性調查資料，包括子葉長、子葉寬、成熟葉長、成熟葉寬、花冠長、心室數、開花日數、果長、果寬、果重、果壁厚、果梗長等 12 個性狀，首先進行 ANOVA (analysis of variance)分析檢測具顯著意義後，再進行集群分析，就同一子群(即相似性較高之群)內，依群內之個體數與總群之比例原則，於同一群內逢機抽取所需之樣品，結合各群所抽出之個體共同組成一番椒之種原核心收集，該種原核心收集中 *Capsicum annuum* (甜椒品種及多數辣椒商業品種)有 153 份，*C. frutescens* (辣椒) 43 份，*C. chinense* (辣椒) 28 份，*C. baccatum* (辣椒) 26 份，*C. chacoense* (野生種) 4 份，*C. praetermissum* (野生種) 1 份，另有 9 個尚無法確認“種”(species)之番椒屬種原。

植物體基因組 DNA 之萃取

主要參考 Doyle & Doyle(1990)所提之方法進行部份修改以萃取植物體基因組 DNA。取約 0.5 g 植株嫩葉，以液態氮研磨後迅速加入 500 µl 已預熱至 60℃的 DNA 萃取緩衝液，置於 60℃水浴 30 分鐘，並間歇搖動。取出離心管靜置冷卻至室溫後，以 14,000 rpm 離心 5 分鐘，取上清液倒至另一新的 1.5 ml 小離心管中，並加入 500 µl chloroform / isoamylalcohol (24：1) 溶液混勻，再以 14,000 rpm 離

表 1. 番椒屬種原保存及其核心收集中各不同“種”別種原之分佈
Table 1. The germplasm distribution in different species for the whole collection and core collection of *Capsicum*

Species	Whole collection		Core collection	
	No.	% of total	%	% of total
C. annuum	4089	59.82	153	57.95
C. chinense	378	5.53	28	10.60
C. frutescens	365	5.34	43	16.29
C. baccatum	356	5.21	26	9.85
C. chacoense	30	0.44	4	1.51
C. pubescens	30	0.44	0	0
C. praetermissum	4	0.06	1	0.38
C. eximium	4	0.06	0	0
Unclassified	1579	23.10	9	3.41
Total	6835	100	264	100

心 5 分鐘使兩液相分離，取上清液加入 300 µl - 20℃的 isopropanol 以沉澱 DNA。以 14,000 rpm 離心 10 分鐘，倒掉上清液，加入 1 ml wash buffer(75% ethanol,10 mM ammonium acetate)混勻，於 14,000 rpm 離心 10 分鐘後倒掉上清液，將 DNA 沉澱進行乾燥後加入 50 µl 無菌水溶解，並加入 RNase(10 ug/ml)於 37℃下反應 30 分鐘。所抽得的 DNA 均經 OD 值測定與電泳，以判別 DNA 的濃度與品質檢測。

參試引子

本研究共採用 16 個逢機引子，針對番椒屬種原核心收集的 264 份種原，進行 RAPD 分析試驗，此 16 個逢機引子為 OPERON kit 之 OPE15、OPG16、OPK12、OPO10、OPQ16、OPQ18、OPQ20、OPR2、OPR8、OPR13、OPW16、OPX2、OPX8、OPX13、OPX16，以及 UBC (The University of British Columbia)引子組的 UBC475，這些逢機引子係為先以部份番椒屬種原進行初篩後，認為具穩定再現性且多型性較高的逢機引子(范等 2001)。

聚合酵素連鎖反應 (Polymerase Chain Reaction, PCR)

反應液係參考 Oard & Dronavalli (1992) ，反應總體積為 30µl，內含 1.2 unit *Taq* polymerase (Promega)、1X PCR buffer (50 mM KCl；10 mM Tris-HCl, pH 9.0；0.1% Triton 100)、2.5 mM $MgCl_2$、200 µM dNTP、0.2 µM primer 及 32 ng template DNA。 聚合酵素連鎖反應係於 Perkin Elmer Cetus Thermal Cycler 9600 進行，反應溫度條件設定為第 1 循環：94℃，3 分；40℃，1 分 20 秒；72℃，1 分 30 秒。之後續以 94℃，1 分 20 秒；40℃，1 分 30 秒；72℃，2 分 30 秒的反應溫度條件進行 44 個循環。反應完成後自動降溫保存於 4℃下。

增殖產物之偵測

經聚合酵素連鎖反應所增殖之產物，以 2% agarose 在 TAE buffer (40 mM Tris acetate, pH 8.0；1 mM EDTA) 進行 DNA 電泳，並以 DNA molecular weight marker XVI (250 bp ladder) (Roche,德國)做為分子量標誌，電泳槽係採用 Mupid-2 (Cosmo, 日本)，電壓設定 100 伏特，經電泳 20~30 分鐘結束後置於 0.5 mg/ml 的 ethidium bromide 染色 10~20 分鐘，以 UV 光檢視 agarose 膠體上的 DNA 多型性片段，並照相及貯存影像於 IS 2000 Digital Imaging System (Alpha Innotech Corporation，美國)，以進行後續的資料分析。

資料分析

集群分析：將上述貯存於 IS 2000 Digtal Imaging System 中的 RAPD 產物電泳影像 TIF 檔，以 GelCompar 軟體(Applied Maths BVBA)將電泳條帶結果轉換為＋/－型態之資料型式，再加以文書處理轉成 1/0 之資料型式。於 SAS 軟體中撰寫程式，將此 1/0 的資料檔，以 Jaccard's coefficient(Jaccard 1908)為基礎換算成歐式距離(Eluclidean distance)矩陣，再針對此距離矩陣，以 SAS 軟體之 CLUSTER procedurce 進行集群分析。

Shannon-Weaver 歧異指數(diversity index；H')之估算：藉由 Shannon-Weaver 歧異指數(Perry & McIntosh 1991)之計算，可以標準化後的數據瞭解與比較各群間的種原遺傳歧異度。

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} P_i \log_2 P_i$$

n：每一個逢機引子下所可產生 RAPD 多型性的總條帶數；

P_i：第 i 個逢機引子之各條帶下的種原頻度；

所得之 H' 估值皆除以 $\log_2 n$ 以進行標準化，使 H'介於 0 到 1 之間。

結　果

本研究番椒屬種原核心收集係依據 12 個測度性狀進行集群分析後所挑選形成，就此 12 個性狀，針對核心收集的 264 份種原，應用 SAS 軟體進行敘述統計分析探討各不同“種”別種原之變域(range)與均值(mean)的結果詳如表 2，其中種原間果重的變域範圍為最大。就種原之種別與來源地區之分佈而言，該種原核心收集以 *C. annuum* 占了大部份，約 58%之比例，其主要來源地區為亞洲、中美洲、歐洲與北美洲；*C. frutescens* 次之，主要來源地區為中美洲；再其次為 *C. chinense* 與 *C. baccatum*，主要來源地區皆為南美洲(表 3)。

本研究主要目的為期望藉由 RAPD 分子標記，瞭解番椒屬種原核心收集分子層次之遺傳歧異結構，本試驗針對番椒屬種原核心收集的 264 份種原，以 16 個逢機引子進行 RAPD 分析(圖 1)，共計得到了 485 條於參試種原間具多型性的條帶(polymorphic bands)，平均每個引子可產生約 30 個多型性條帶。依據此 RAPD 多型性進行集群分析所得的樹狀圖如圖 2，由兩群間最小距離約大於 0.83 為分群依據時，可明顯的將番椒屬種原核心收集區分為 5 個子群，以第 1 子群內所含的種原數目為最多，共計有 156 份種原，其中以 *C. annuum* 佔了大部分(141 份種原)；第 2 子群內計有 40 份種原，主要為 *C. chinense*(24 份)與 *C. annuum*(11 份)；第 3 子內群有 37 份種原，皆為 *C. frutescens*；第 4 子群內有 27 份種原，主要為 *C. baccatum* ;第 5 群僅含 4 份種原，皆為 *C. chacoense*(表 4)。

Shannon-Weaver 歧異指數(H')之估算(表 5)，可用以比較各不同群間種原分子層次之遺傳歧異程度的大小。就番椒屬種原所區分出的 5 個子群而言，其群內種原之間的遺傳歧異程度依次為第 2 子群(0.863)，第 4 子群(0.856)、第 2 子群(0.830)、第 5 子群(0.812)與第 1 子群(0.783)，其中第 1 子群內的各種原間的遺傳歧異程度較其它子群為低。

以逢機引子偵測遺傳歧異的能力而言，就整個種原核心收集來看，OPK12 與 OPE15 的歧異指數較高，分別為 0.878 與 0.854，顯示由這兩個逢機引子所產生的 RAPD 多型性，在番椒屬種原核心收集中具有較高的遺傳歧異存在；反之，OPO10(歧異指數 0.611)，OPQ20(歧異指數 0.666)與 OPR2(歧異指數 0.672)這 3 個逢機引子，其所能偵得的分子層次遺傳歧異則較低。

但若就各子群來看，同一逢機引子在各不同子群可偵得之分子層次遺傳歧異的能力卻不盡相同，舉例而言，OPQ20 逢機引子在整個種原核心收集中偵得遺傳歧異的能力是屬於較低的(歧異指數 0.666)，但它在第 3 子群卻可偵得相當高的遺傳歧異；而 OPK12 逢機引子雖在第 1、2、3、4 子群可偵得較高的遺傳歧異，但卻在第 5 子群中的歧異程度較低。

綜合上述研究結果發現，我們可以由表 5 評估瞭解各子群的遺傳歧異程度，以及不同逢機引子在各不同子群內偵測遺傳歧異能力的差異，而這些資訊對於日後進行種原挑選或逢機引子選擇等相關研究時將有所助益。

討　論

本研究之主要目的為藉由 RAPD 分子標記，期望就分子層次瞭解番椒屬種原核心收集的遺傳歧異結構，並探討應用分子標記輔助種原核心收集建立之可行性。

經由RAPD分析，可明顯的將番椒屬種原核心收集區分為5個子群，由圖2與表4發現就*C. annuum*而言，有92%的種原集中在第1子群，*C. frutescens*的種原有86%集中在第3子群，*C. chinense*的種原亦有86%集中在第2子群，*C. baccatum*為92%的種原集中在第4子群，而*C. chacoense*則是全部的參試種原都集中在第5子群。此結果顯示番椒屬內各不同“種”別的種原，不但在分類性狀上可以區分，其分子

層次的遺傳歧異亦有著明顯的差異存在，此結果與作者先前論文(范等 2001)的結果一致，該試驗亦顯示利用分子層次之RAPD分子標誌所進行的集群分析結果，可與以植物性狀為基礎所分類之“種”吻合。該先前論文中的94個參試樣品僅為逢機選出，當時主要係以可涵括到8個種的種原為目的，其94個樣品間最大的遺傳距離為1.128；而本研究的264個樣品間的最大遺傳距離約1.25，顯示本研究的遺傳歧異度較先前論文為大，究其原因由於本研究參試樣品是經由特性調查資料先進行

表 2. 番椒屬種原核心收集 12 個調查性狀之變域與平均值
Table 2. The ranges and means of 12 ratio scale traits for *Capsicum* core collection

Species	Cotyledonous leaf length (mm)			Cotyledonous leaf width (mm)			Mature leaf length (cm)			Mature leaf width (cm)		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
C. annuum	10.9	30.0	20.1	4.1	11.0	6.6	2.7	15.9	9.0	0.9	11.5	4.4
C. baccatum	12.2	24.2	17.2	5.0	9.5	6.6	4.3	13.3	9.7	2.1	9.4	6.2
C. chinense	11.2	31.3	19.0	4.0	8.3	5.5	3.9	15.2	9.2	2.0	8.3	5.1
C. chacoense	13.5	18.2	15.6	5.2	6.1	5.8	3.1	6.5	4.3	1.7	3.9	2.4
C. frutescens	7.7	21.3	15.2	4.2	7.2	5.6	5.1	16.6	10.8	2.7	8.3	5.5
C. praetermissum	23.0	23.0	23.0	7.7	7.7	7.7	8.0	8.0	8.0	4.3	4.3	4.3
Unclassified	9.8	24.6	18.5	4.2	7.1	6.2	6.2	15.4	9.4	3.2	6.8	4.6
Core	7.7	31.3	18.8	4.0	11.0	6.3	2.7	16.6	9.3	0.9	11.5	4.8

Table 2. Continued

Species	Corolla length (mm)			Number of locules			Days to flower			Fruit length (cm)		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
C. annuum	6.1	18.9	12.3	2.0	4.8	2.7	48.0	284.0	90.2	0.9	20.7	6.7
C. baccatum	1.2	14.1	10.3	2.0	5.1	3.0	66.0	244.0	104.4	0.7	14.3	4.8
C. chinense	4.8	14.7	9.5	2.0	5.1	3.3	67.0	225.0	105.3	0.7	10.7	4.0
C. chacoense	5.2	6.3	6.0	2.0	2.1	2.0	94.0	101.0	98.8	0.8	1.0	0.9
C. frutescens	5.0	13.9	8.2	2.0	3.9	2.3	66.0	248.0	107.9	0.9	6.9	2.9
C. praetermissum	11.7	11.7	11.7	2.0	3.2	3.2	82.0	82.0	82.0	6.3	6.3	6.3
Unclassified	7.6	13.8	10.5	2.0	2.8	2.5	62.0	108.0	92.4	1.2	6.3	3.8
Core	1.2	18.9	11.0	2.0	5.1	2.7	48.0	284.0	96.3	0.7	20.7	5.4

Table 2. Continued

Species	Fruit width (cm)			Fruit weight (g)			Fruit wall thickness (mm)			Fruit pedicel length (cm)		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
C. annuum	0.4	9.8	2.6	0.1	205.1	20.0	0.2	6.7	2.2	1.2	6.8	3.4
C. baccatum	0.4	7.0	2.3	0.1	67.3	9.9	0.6	3.4	2.0	1.7	6.5	3.7
C. chinense	0.5	5.1	1.9	0.2	45.4	6.2	0.5	5.0	1.7	1.7	4.6	2.8
C. chacoense	0.4	0.6	0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	0.4	1.4	2.0	1.6
C. frutescens	0.4	2.8	1.1	0.2	11.5	1.8	0.2	4.5	1.1	2.0	5.0	3.2
C.praetermissum	6.3	6.3	6.3	80.7	80.7	80.7	5.2	5.2	5.2	3.2	3.2	3.2
Unclassified	0.7	3.1	1.7	0.4	12.5	4.4	0.3	3.1	1.7	2.0	4.9	3.3
Core	0.4	9.8	2.2	0.1	205.1	13.9	0.2	6.7	1.9	1.2	6.8	3.3

表 3. 番椒屬種原核心收集 264 個種原“種”別與來源地區之分佈
Table 3. The origin of the 264 accessions of *Capsicum* spp. core collection

Species	Area of origin (No.)								
	Africa	Asia	Australia	Central America	Europe	North America	South America	Unknown	Total
C. annuum	9	56	1	29	25	25	4	4	153
C. frutescens	3	3	0	24	0	6	6	1	43
C. chinense	0	1	0	2	4	7	14	0	28
C. baccatum	1	1	0	1	3	3	15	2	26
C. chacoense	0	0	0	0	2	1	1	0	4
C. praetermissum	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Unclassified	0	2	0	5	2	0	0	0	9
Total	13	63	1	61	37	42	40	7	264
Percentage(%)	5	24	0	23	14	16	15	3	100

表 4. 各“種”別種原於不同子群下之種原數目及其分佈比例
Table 4. The number and percentage of germplasm in different cluster for each species of *Capsicum* core collection

Species	*Capsicum* cluster No.										Total
	Ⅰ		Ⅱ		Ⅲ		Ⅳ		Ⅴ		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
C. annuum	141	92	11	7	0	0	1	1	0	0	153
C. frutescens	3	7	3	7	37	86	0	0	0	0	43
C. chinense	4	14	24	86	0	0	0	0	0	0	28
C. baccatum	2	8	0	0	0	0	24	92	0	0	26
C. chacoense	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	4
C. praetermissum	0	0	0	0	0	0	1	100	0	0	1
Unclassified	6	67	2	22	0	0	1	11	0	0	9
Total	156		40		37		27		4		264

集群分析後所再選出的種原核心收集，因此就樣品規模與遺傳歧異均較先前論文為大，也因此瞭解到應運用特性調查資料，輔以建立種原核心收集，擴大遺傳歧異保存之重要性。

該番椒屬種原核心收集原係利用性狀特性調查資料(表 2)經由統計分析後所挑選而成，經由本研究以 RAPD 分子標記探討分子層次之遺傳歧異發現，不同“種”別的種原之間的歧異程度是頗分歧的，因此認為倘日後需要由種原核心收集中的 264 份種原再挑選部份種原進行後續的育種或相關研究時，若是針對遺傳歧異進行種原之挑選時，應以儘量包括不同“種”別之番椒屬種原為考量。

就本研究之番椒屬種原核心收集(264 份種原)與整個番椒屬種原保存(6835 份種原)比較而言(表 1)，原種原保存中共計有 8 個“種”，而經挑選後所形成的種原核心收集中為 6 個“種”，已不包含 *C. pubescens*(辣椒)與 *C. eximium*(野生種)。由於該番椒屬種原核心收集係就園藝性狀特性調查資料為基礎所篩得的，但經由上述 RAPD 分子層次遺傳歧異之探討已發現不同種間的遺傳歧異頗為分歧，因此我們認為可進一步針對這兩個種的分子層次遺傳歧異進行探討，以瞭解是否有必要將其再加入現有的番椒屬種原核心收集中，以使該種原核心收集更具有遺傳歧異代表性。

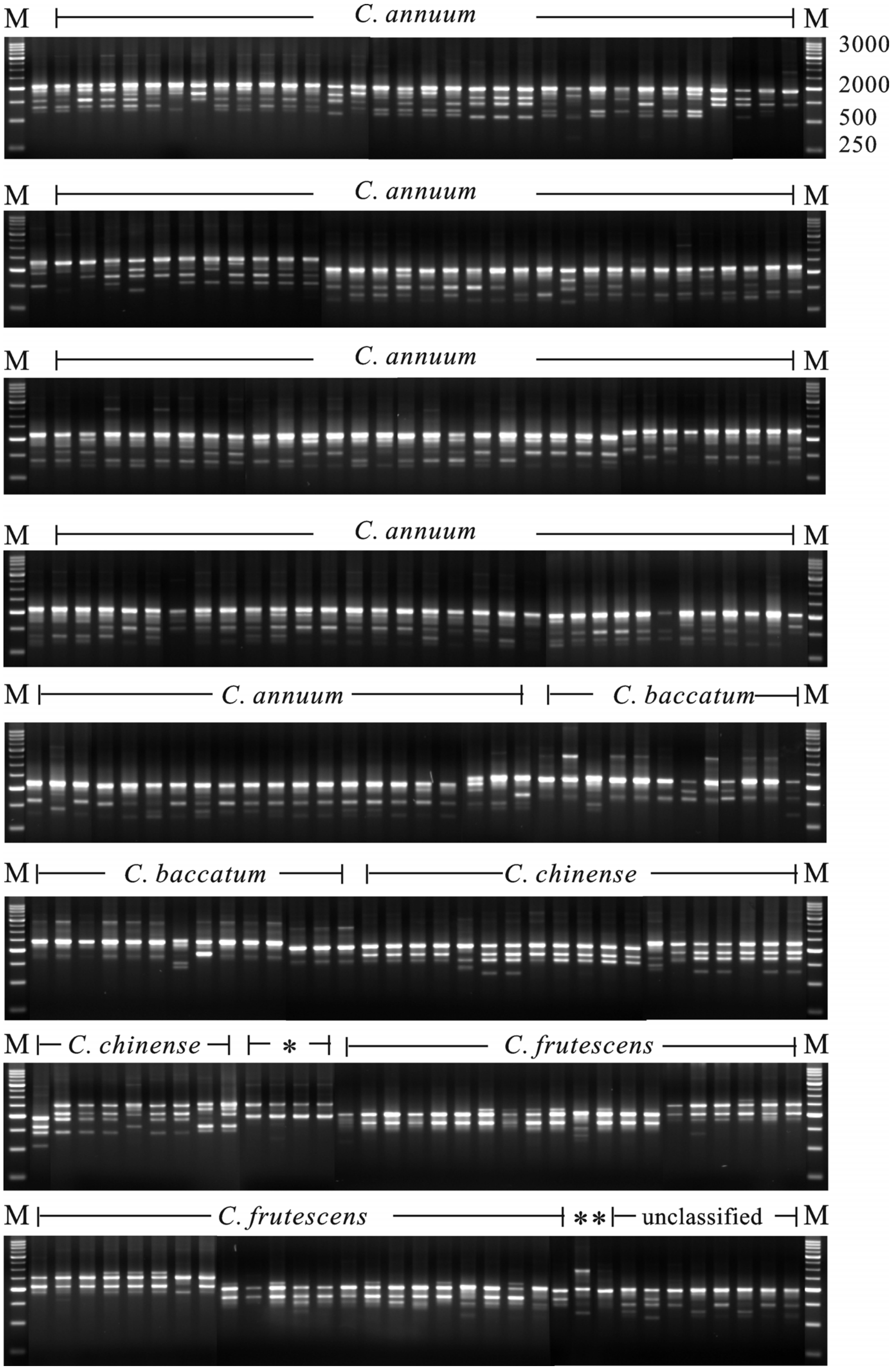

圖 1. 番椒屬種原核心收集 264 個樣品以 OPO10 引子進行 RAPD 分析之電泳圖譜。

Fig. 1. The electrophoretic profiles for 264 accessions of *Capsicum* core collection based on RAPD analysis with primer OPO10.(＊:*C. chacoense*; ＊＊:*C. praetermissum*; M:marker (250bp ladder))

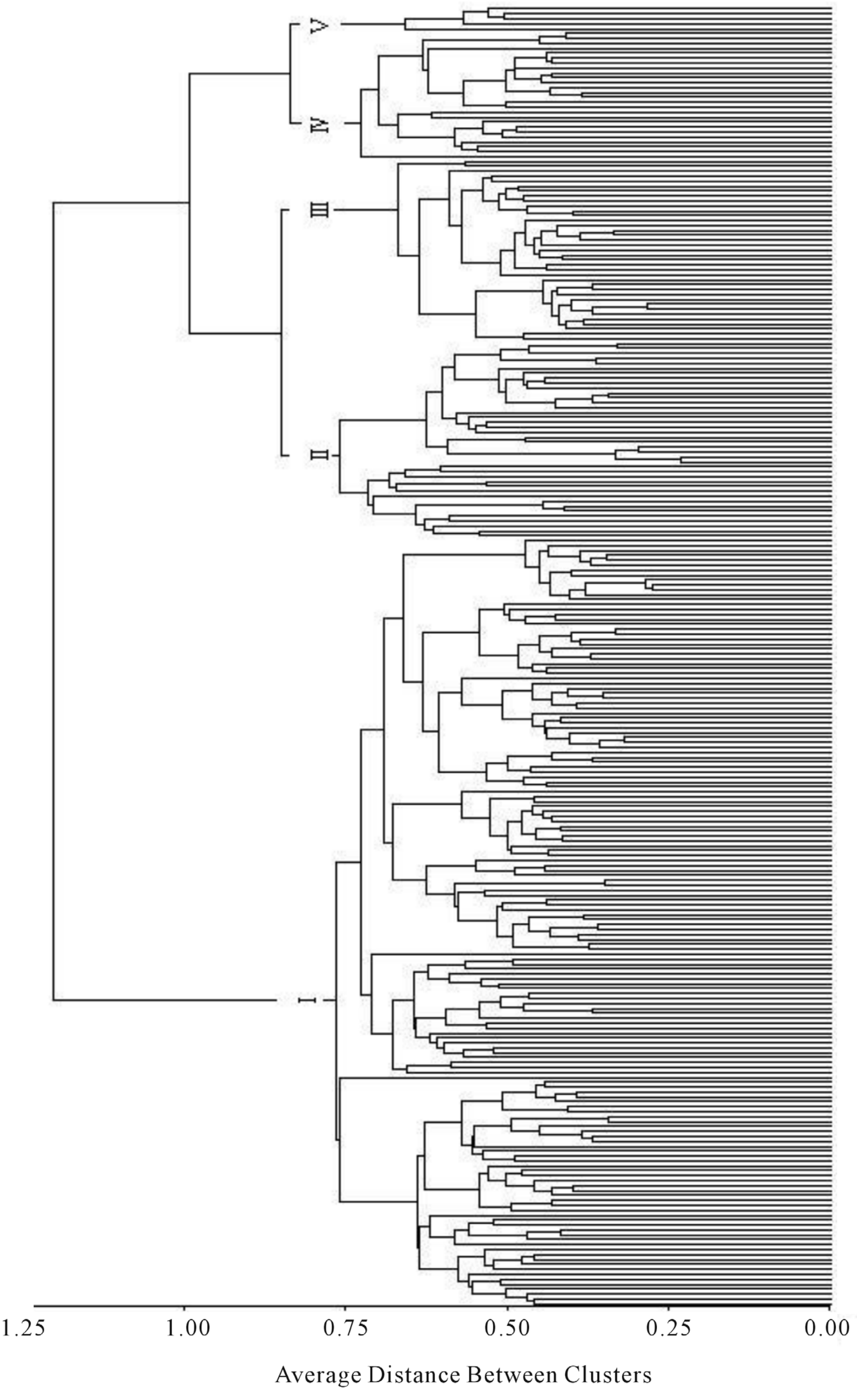
V
IV
III
II
I
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
Average Distance Between Clusters

圖 2. 說明見下頁。

圖 2. 番椒屬種原核心收集以 RAPD 分子標記多型性為基礎進行集群分析之樹狀圖。

Fig. 2. Dendrogram of cluster analysis for *Capsicum* core collection based on RAPD data.

The germplasm included in cluster Ⅰ from bottom to top are :

14380a, 39040a, 38370a, 02680a, 37450a, 38340a, 38970a, 37480a, 38690a, 38720a, 38820a, 38390a, 16980a, 49080a, 49090a, 2337A0a, 235400a, 24080a, 1502B0a, 07070a, 37630a, 55512a, 08010a, 08660a, 57210a, 12760a, 1892A0a, 57090a, 38490a, 393800a, 39470a, 26370a, 17270a, 26490a, 2782B0a, 08950a, 07950a, 12710a, 12830a, 12900a, 12950a, 13770a, 17170a, 17180a, 15750a, 17140a, 3289A0a, 57180a, 04080a, 0513B0a, 12270a, 08250a, 07750a, 07531b, 02221a, 48830f, 47050c, 16100f, 05381UN, 26460UN, 11690UN, 06330UN, 56811UN, 03390UN, 08310a, 09370a, 26610a, 41660b, 03081c, 09700c, 08730c, 02970a, 24120a, 20810a, 06160a, 08390a, 09610a, 20750a, 08420a, 09720a, 20730a, 14340a, 09190a, 08640a, 09260a, 07840a, 13110a, 12420a, 02690a, 06050a, 02940a, 50910a, 50950a, 18110a, 09180a, 2126B0a, 19900a, 19910a, 20080a, 21560a, 21530a, 21470a, 15860a, 18970a, 19940a, 14640a, 0823A0a, 08170a, 11370a, 50860a, 50620a, 50670a, 50720a, 1790A0a, 18030a, 1952B0a, 19530a, 19580a, 19270a, 19690a, 19050a, 56710a, 03301a, 18570a, 00141a, 11500a, 12260a, 05600f, 54591a, 00990a, 57200a, 03760a, 05690a, 04760a, 56700a, 56870a, 56890a, 57020a, 03120a, 57220a, 07990a, 04590a, 02651a, 03320a, 03380a, 03500a, 03770a, 03510a, 05000a, 05030a, 0511B0a, 0512B0a, 05150a, 0539A0a, 0512A0a, 05290a,

The germplasm included in cluster Ⅱ from bottom to top are :

38650a, 02193a, 2354B0a, 15440a, 06390a, 18820a, 18840a, 18900a, 44260c, 00900a, 09690a, 14410a, 12550f, 06391UN, 26360UN, 13790c, 38730c, 38790c, 38900c, 09660f, 07760f, 46220c, 46130c, 02194c, 06600c, 47010c, 03041c, 0264A1c, 03030c, 03031c, 38510c, 4677B0c, 4679B0c, 46960c, 02640c, 03032c, 09430c, 26770c, 09170c, 09400c

The germplasm included in cluster Ⅲ from bottom to top are :

06411f, 06421f, 24770f, 48030f, 08470f, 08740f, 4840B0f, 48410f, 48800f, 0055B0f, 0065A0f, 00660f, 48760f, 00840f, 06500f, 22590f, 07381f, 48440f, 26220f, 48470f, 48510f, 0777B0f, 17060f, 13820f, 48480f, 06430f, 0646B0f, 06550f, 37690f, 49540f, 08720f, 00980f, 03070f, 17310f, 013670f, 06431f, 16020f

The germplasm included in cluster Ⅳ from bottom to top are :

39460a, 40860b, 41900b, 41890b, 43180b, 4180B0b, 41870b, 49570b, 13290Pr, 00670UN, 41910b, 07730b, 42000b, 43610b, 43720b, 43810b, 00440b, 09410b, 16620b, 11720b, 11780b, 50610b, 43670b, 07740b, 03131b, 26670b, 07390b

The germplasm included in cluster Ⅴ from bottom to top are :

0849B0o, 05721co, 05720co, 11740co

然而，雖然大部份同“種”的種原在分子層次遺傳歧異分析時有集中成群的趨勢，但仍有少部份的種原會散佈至其它子群中(表 4)，其中 *C. annuum* 的種原大部份集中在第 1 子群(92%)，少部份散佈至第 2 子群(7%)與第 4 子群(1%)；*C. frutescens* 多集中於第 3 子群，其餘散佈至第 1 子群(7%)與第 2 子群(7%)；*C . chinense* 多集中於第 2 子群(86%)，其餘皆在第 1 子群(14%)；而 *C. baccatum* 多集中於第 4 子群(92%)，其餘皆在第 1 子群(8%)。此結果顯示就同一“種”種原的分子層次遺傳歧異而言，已經有相當程度的歧異分化存在，以種原核心收集保存遺傳歧異的觀點來思考，我們認為這些散佈於其它子群的少部份種原是相當有意義的，倘若我們要針對同一“種”的種原，以寬廣的遺傳歧異範圍為目標來挑選種原進行育種等相關研究時，這些具有歧異分化的少數種原應納入考量。這些例外的種原，可能是由於分布在各不同地理來源，已因農業環境或人為選拔等因素的影響，產生了性狀表現上的分歧現象，但由於種原的收集來源與地理分佈的資料不全，因此暫無法以 RAPD 探討其歧異分化與地理分佈之相關性。

針對番椒屬種原核心收集 RAPD 分子層次遺傳歧異指數之估算結果(表 5) 發現，第 1 子群的遺傳歧異指數較小(0.783)，顯示在第 1 子群內各種原間的遺傳歧異程度較低，該子群內共計有 156 份種原，

表 5. 番椒屬種原核心收集不同子群之 Shannon-Weaver 歧異指數
Table 5. Estimates of the Shannon-Weaver diversity index for each cluster of *Capsicum* core collection

Capsium Cluster	Diversity index via primer analysis								
	OPE15	OPG16	OPK12	OPO10	OPQ16	OPQ18	OPQ20	OPR2	OPR8
Ⅰ	0.856	0.793	0.810	0.571	0.774	0.690	0.467	0.658	0.619
Ⅱ	0.761	0.754	0.815	0.531	0.720	0.762	0.757	0.759	0.655
Ⅲ	0.708	0.659	0.709	0.423	0.591	0.615	0.840	0.623	0.734
Ⅳ	0.809	0.919	0.777	0.576	0.758	0.769	0.794	0.712	0.755
Ⅴ	0.769	0.713	0.598	0.396	0.609	0.869	0.544	0.668	0.680
Whole Core	0.854	0.787	0.878	0.611	0.783	0.756	0.666	0.672	0.774

Table 5. Continued

Capsium Cluster	Diversity index via primer analysis							
	OPR13	OPW16	OPX2	OPX8	OPX13	OPX17	UBC475	All primers [z]
Ⅰ	0.822	0.650	0.603	0.680	0.719	0.574	0.702	0.783
Ⅱ	0.778	0.686	0.782	0.658	0.781	0.756	0.791	0.863
Ⅲ	0.741	0.652	0.650	0.598	0.763	0.721	0.626	0.830
Ⅳ	0.699	0.784	0.723	0.697	0.790	0.764	0.653	0.856
Ⅴ	0.712	0.661	0.546	0.775	0.603	0.621	0.613	0.812
Whole Core	0.774	0.727	0.749	0.735	0.773	0.759	0.787	0.877

[z] merge the total bands produced from 16 random primers to estimate the Shannon-Weaver diversity index.

其中 141 份屬 *C. annuum*，我們認為係由於 *C. annuum* 為長久以來栽培種的主要來源，可能因人為育種或環境馴化等緣故，導致雖然 *C. annuum* 的種原數目最多，但其實各種原之間卻具有相當高的遺傳相似性，相較於 *C. annuum* 而言，其它子群與其它種別內的各種原間則具有較高的遺傳歧異度。

在形成種原核心收集時，應以不包含重複(no duplicate)，減少各種原間的相似性(similarity)，並以可代表整個種原收集的遺傳梯度範圍(genetic spectrum；gradient)為原則(Frankel 1984；Brown 1995)。由表 1 得知 *C. annuum* 在整個番椒屬種原保存中計有 4089 份種原，約占整個番椒屬種原的 60%，在核心收集中仍有約 58%的 *C.annuum* 種原，且經上述 RAPD 分子層次遺傳歧異之探討已發現 *C.annuum* 種內各種原間的遺傳相似性較高，因此我們認為應可藉由 RAPD 分子標記的輔助，就分子層次的遺傳歧異，搭配外表特性調查資料，針對第 1 子群內的種原進行再篩減，以形成更具代表性的種原核心收集。因此由本研究可以知道針對番椒屬種原核心收集，藉由 RAPD 分子標記，不但可以瞭解番椒屬種原核心收集的遺傳歧異結構，並可藉由分子標記輔助種原核心收集之建立。

誌　　謝

本研究感謝蔡曉郡、曾玲玫、李靜雯、董婉如、許庭榮、張幼娫、羅舜芳、王昭月等同仁於試驗、資料分析及材料資料收集上的協助，謹此特表謝忱。

引用文獻

范明仁、王昭月、羅舜芳、許庭榮、L. M. Engle。2001。應用多型性分子標誌進行番椒屬(*Capsicum*)種原種內與種間遺傳歧異度之分析。中華農業研究 50:29-42。

張連宗。1988。番椒品種改良。p.145-172。蔬菜品種改良研討會專集。農委會，農林廳及台東區農業改良場。

Balfourier, F., G. Charmet, and C. Ravel. 1994. Conservation of allelic multiplicity and genotypic frequency by pooling wild populations of perennial ryegrass. Heredity 73:386-396.

Basigalup, D. H., D. K. Barnes, and R. E. Stucker. 1995. Development of a core collection for perennial *Medicago* plant introductions. Crop Sci. 35:1163-1168.

Bouton, J. H. 1996. Screening the alfalfa core collection for acid soil tolerance. Crop Sci. 36:198-200.

Brown, A. H. D. 1995. The core collection at the crossroads. p.3-19. *in*: Core Collections of Plant Genetic Resources. (Hodgkin, T., A. H. D. Brown, T. J. L. van Hintum, and E. A. V. Morales, eds.) John Wiley and Sons press, Chichester, UK.

Brummer, E. C., J. H. Bouton, and G. Kochert. 1995. Analysis of annual *Medicago* species using RAPD markers. Genome 38:362-367.

Charmet, G., F. Balfourier, C. Ravel, and J. B. Denis. 1993. Genotype x environment interactions in a core collection of French perenial ryegrass populations. Theor. Appl. Genet. 86:731-736.

Charmet, G., F. Balfourier, and P. Monestiez. 1994. Hierarchical clustering of perennial ryegrass populations with geographic contiguity constraint. Theor. Appl. Genet. 88:42-48.

Chavarriage-Aguirre, P., M. M. Maya, J. Tohme, M. C. Duque, C. Iglesias, M. W. Bonierbale, S. Kresovich, and G. Kochert. 1999. Using microsatellites, isozymes and AFLPs to evaluate genetic diversity and redundancy in the cassava core collection and to assess the usefulness of DNA-based markers to maintain germplasm collections. Molecular Breeding 5:263-273.

Dahlberg, J. A., X. Zhang, G. E. Hart, and J. E. Mullet. 2002. Comparative assessment of variation among sorghum germplasm accessions using seed morphology and RAPD measurements. Crop Sci. 42:291-296.

Diwan, N., G. R. Bauchan, and M. S. McIntosh. 1994. A core collection for the United States annual *Medicago* germplasm collection. Crop Sci. 34:279-285.

Diwan, N., M. S. McIntosh, and G. R. Bauchan. 1995. Methods of developing a core collection of annual *Medicago* species. Theor. Appl. Genet. 90:755-761.

Doyle, J. J. and J. L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12:13-15.

Frankel, O. H. 1984. Genetic perspective of germplasm conservation. p.161-170. *in*: Genetic Manipulation: Impact on Man and Society. (Arber, W.K., K. Limensee, W. J. Peacock, and P. Stalinger, eds.) Cambridge University Press, Cambridge.

Hokanson, S. C., A. K. Szewc-McFadden, W. F. Lamboy, and J. R. McFerson. 1998. Microsatellite (SSR) markers reveal genetic identities, genetic diversity and relationships in a *Malus x domestica* borkh. Core subset collection. Theor. Appl. Genet. 97:671-683.

Holbrook, C. C. and W. F. Anderson. 1995. Evaluation of a core collection to identify resistance to late leafspot in peanut. Crop Sci. 35:1700-1702.

Holbrook, C. C., W. F. Anderson, and R. N. Pittman. 1993. Selection of a core collection from the U.S. germplasm collection of peanut. Crop Sci. 33:859-861.

Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florate. Bull. Soc. Vaudoise Sa. Not. 44:223-270.

Jung, H. G., C. C. Sheaffer, D. K. Barnes, and J. L. Halgerson. 1997. Forage quality variation in the U.S. alfalfa core collection. Crop Sci. 37:1361-1366.

Kresovich, S., W. F. Lamboy, J. R. McFerson, and P. L. Forsline. 1995. Integrating different types of information to develop core collections, with particular reference to *Brassica oleracea* and *Malus x domestica*. p.147-154. *in*: Core Collections of Plant Genetic Resources. (Hodgkin, T., A. H. D. Brown, T. J. L. van Hintum, and E. A. V. Morales, eds.) John Wiley and Sons press, Chichester, UK.

Lerceteau, E., T. Robert, V. Petiard, and D. Crouzillat. 1997. Evaluation of the extent of genetic variability among *Theobroma cacao* accessions using RAPD and RFLP markers. Theor. Appl. Genet. 95:10-19.

Oard, J. H. and S. Dronavalli. 1992. Rapid isolation of rice and maize DNA for analysis by random primer PCR. Plant Mol. Biol. Rep. 10:236-241.

Perry, M. C. and M. S. McIntosh. 1991. Geographical patterns of variation in the USDA soybean germplasm collection: I. Morphological traits. Crop Sci. 31:1350-1355.

Ronning, C. M. and R. J. Schnell. 1994. Allozyme diversity in a germplasm collection of *Theobroma cacao* L. J. Hered. 85:291-295.

Skroch, P. W., J. Nienhuis, S. Beebe, J. Tohme, and F. Pedraza. 1998. Comparison of Mexican common bean (*phaseolus vulgaris* L.) core and reserve germplasm collections. Crop Sci. 38:488-496.

Spagnoletti Zeuli, P. L. and C. O. Qualset. 1993. Evaluation of five strategies for obtaining a core subset from a large genetic resources collection of durum wheat. Theor. Appl. Genet. 87:295-304.

Tohme, J., D. O. Gonzalez, S. Beebe, and M. C. Duque. 1996. AFLP analysis of gene pools of a wild bean core collection. Crop Sci. 36:1375-1384.

Tohme, J., P. Jones, S. Beebe, and M. Iwanaga. 1995. The combined use of agroecological and characterization data to establish the CIAT *Phaseolus vulgaris* core collection. p.95-107. *in:* Core Collections of Plant Genetic Resources. (Hodgkin, T., A. H. D. Brown, T. J. L. van Hintum, and E. A. V. Morales, eds.) John Wiley and Sons press, Chichester, UK.

The Study on Genetic Diversity of the Core Collection for *Capsicum* Using Random Amplified Polymorphic DNA[1]

Ming-Jen Fan[2], Shu Chen[2,4] and L. M. Engle[3]

Summary

Fan, M. J., S. Chen, and L. M. Engle. 2004. The study on genetic diversity of the core collection for *Capsicum* using random amplified polymorphic DNA. J. Agric. Res. China 53:165-178.

The objective of this study was to evaluate the genetic diversity of *Capsicum* core collection by RAPD. The core collection which contains 264 accessions of *Capsicum* spp. was constructed with 12 ratio scale traits. The cluster analysis based on RAPD from 16 random primers showed the accessions of core collection could be divided into 5 clusters as the mini distance (MD) was greater than 0.83. Most (92%) of the *C. annuum* were assembled in cluster 1, 92% of the *C. baccatum* were in cluster 4, 86% of the *C. chinense* were in cluster 2, 86% of the *C. frutescens* were in cluster 3, and all of the *C. chacoense* were in cluster 5. Cluster analysis revealed there are obvious molecular diversity among species within *Capsicum*. Therefore, it is recommend that the *Capsicum* core collection should cover the germplasm from different species as many as possible. For the accessions from the same species, there are still some scattered to the other clusters. The result showed certain of molecular diversity existed within species. Aimed at the viewpoint to conserve broad genetic diversity, these distinct germplasm should be included in core collection. The Shannon-Weaver diversity index of the cluster which primarily composed of *C. annuum* was 0.783, which revealed there are higher similarity within this cluster. The accessions within the cluster could be reduced by way of RAPD analysis. This study showed the RAPD molecular markers not only provided insights into the genetic structure, but also assisted the construction of core collection for *Capsicum*.

Key words: *Capsicum*, Core collection, RAPD, Genetic diversity.

---

1. Contribution No.2201 from Agriculture Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 21, 2004.
2. Respectively, Researcher and Director, and Assistant Researcher, Plant Germplasm Division, Agriculture Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Geneticist and Head, GSSU, Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: cshu@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (04)23331673.

中華農業研究 (J. Agric. Res. China) 53:179~192 (2004)

葉綠素計應用於水稻植體氮營養狀況之測定[1]

羅正宗[2,4]　陳一心[2]　陳宗禮[3]

摘　　要

羅正宗、陳一心、陳宗禮。2004。葉綠素計應用於水稻植體氮營養狀態之測定。中華農業　究 53:179-192。

本試驗於 2000 年第一期作及第二期作在農業試驗所嘉義分所溪口試驗農場進行，利用不同氮肥施用量及栽植密度處理，探討水稻在不同期作及不同生育期中，應用葉綠素計測定植體氮營養狀況之可行性。由結果可知水稻植體氮含量隨生育日數之進展而降低，在不同氮肥處理、不同栽植密度及不同期作間均有相似的情形。就水稻葉片氮含量之變化而言，其表現多與植體氮含量之變化相似，呈現疏植高於密植，重氮肥處理高於低氮處理，栽植密度處理間則差異較小。兩期作不同生育期間，各參試品種之植體氮含量與葉片氮含量之關係呈高度正相關，相關係數值均達 0.9 以上。葉片及植體氮含量與葉綠素計值之直線迴歸分析的結果，顯示第一期作四個生育期與第二期作抽穗期及乳熟期所建立之直線迴歸模式，其決定係數均較高(R^2>0.6)，唯第二期作之分蘗盛期及幼穗分化期所建立之模式的決定係數則較低(R^2>0.4)，顯示欲應用葉綠素計於水稻植體氮營養狀況之測定，需依不同生育期分別建立二者之關係式，方能提高其應用性。

關鍵詞：水稻、葉綠素計、氮營養狀況、迴歸分析。

前　　言

氮素是水稻最重要的營養元素之一，對水稻產量之影響最大，過去在追求高產的年代中，水稻育種　程之優良植株選拔，是以適應高氮投施之環境為主，選育出的品種均能適應高氮環境之栽培。且長久以來，國內由於氮肥低價政策，造成稻農大量或過量地施用氮肥，除增加生產成本外，亦造成生態環境之污染。近年來由於米質的提升是稻作生產上重要的課題，因此對提升稻米品質的栽培理念漸受重視。由於氮肥多量或不適時施用導致米粒蛋白質含量升高及食味品質降低，因此兼顧水稻產量與品質之氮肥施用方式與施肥量，是目前水稻栽培上一個重要的課題。

　去針對作物施肥的診斷方法，多以田間破壞取樣之植體氮含量分析為主，是一種耗時、耗力及高成本的診斷方式(Peng *et al.* 1993)，在實用上有其限制。近十年來，許多學者認為可以利用葉綠素計作為作物氮營養診斷的工具(稻田 1994a，1994b；Peng *et al.* 1993；Blackmer *et al.* 1994；Ladha *et al.*

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2202 號。接受日期：93 年 7 月 21 日。
2. 本所嘉義分所助理研究員、研究員兼農藝系主任。臺灣　嘉義市。
3. 國立中興大學農藝學系副教授。臺灣　臺中市。
4. 通訊作者，電子郵件：lojchung@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2774009。

1998)。其主要是因為作物葉片之葉綠素含量與葉片或植體的氮含量間具有密切的直線正相關。葉綠素計之測定值可作為作物氮素營養狀況之診斷依據。

水稻全生育期植體氮含量與葉綠素含量間的變化趨勢，是影響葉綠素計應用精密度的重要因素，李等(2002)認為在兩期作中，水稻全生育期葉綠素含量與植體氮含量具有相似的變化趨勢，但陳等(1981)則認為兩者並不完全類似。而國外許多學者則認為在探討葉綠素計與植體氮含量之關係時，生育時期及品種應加以考慮(深山等 1984；岡本&堀野 1994；Peng *et al*. 1993)。

本試驗即利用不同氮肥施用量及栽植密度處理，探討水稻在不同期作及不同生育期中，應用葉綠素計作為植體氮營養狀況之測定的可行性。

材料與方法

田間試驗

本試驗於 2000 年第一期作及第二期作在農業試驗所嘉義分所的溪口試驗農場進行，參試材料為台農 67 號(TNG67)及台農 72 號(TNG72)兩品種，為擴大水稻葉片之葉綠素計值之變異範圍，利用三個氮肥等級(0、90、180 kg N ha^{-1})，及三個不同栽植密度(行株距為 30x30、30x15、15x15 cm， 即 11.1、22.2、44.4 plant m^{-2})處理，田間採裂區設計，以氮肥等級為主區，栽植密度及品種之兩因子的六個組合為副區，三重複，氮肥之施用以整地時之基肥，分蘗期之追肥及幼穗分化時之穗肥三次均施。人工插植方式多本植，每小區 4.5x4.5 m^2。

葉綠素計值及植體氮含量之測定

以日本 MILNOTA 公司發展出之 SPAD-502 型葉綠素計(chlorophyll meter)為測定工具，依羅等(2000)所提出之測定葉片序位及部位的方式進行葉色值之測定，於插秧後待水稻生長至葉片寬度已超過葉綠素計感應器(2x3 mm^2)測定範圍(不含中肋)開始(一期作約於插秧四週後、二期作約為插秧二週後)，每週調查一次，每次八株，直至成熟收穫為止，齊穗期之前調查葉序及葉位為植株最上第二完全展開葉之中段，齊穗期後則為劍葉之中段。

水稻不同生育期(分蘗盛期、幼穗分化期、抽穗期及乳熟期)於每一副區逢機取六株水稻，將植體依不同器官分為葉片、莖(含葉鞘)及/或穗，置入80℃的烘箱中48小時，稱重後予以磨粉，以micro-kjeldahl分析法測定其氮素含量(Yoshida *et al*. 1976)。

統計分析

依不同期作及生育期進行水稻葉綠素計值與植體及葉片氮含量間的相關分析，是以兩參試品種分別進行。另以植體及葉片氮含量分別對葉綠素計值進行直線迴歸分析，並檢視品種間之迴歸模式的截距及斜率是否有差異，以決定是否將兩參試品種之數據予以合併而進行直線迴歸分析。本試驗所有的資料整理及統計分析工作均藉 SAS 統計分析軟體完成。

結　　果

不同生育期植體氮素含量及葉綠素計值之變化

2000 年第一、二期稻作施以不同氮肥用量及不同植栽密度處理，調查台農 67 號及台農 72 號水稻品種在不同生育期，植體及葉片氮含量與葉綠素計(SPAD)值之變化如圖 1A 所示。其植體氮含量隨生育日數之進展而降低，在不同氮肥處理、不同栽植密度及不同期作間均有相似的情形。就以本試驗調查的四個生育期而言，分蘗盛期之植株氮含量最高，雖隨生育日數進展而降低，但第一期作各處理

及第二期不施氮肥處理於抽穗期及乳熟期間之植體氮含量已趨相近。而期作間植體氮含量以第二期稻作生育前期較高，兩期作生育中後期之植體氮含量相近。試驗處理因子對水稻植體氮含量之影響，兩期作間均以疏植高於密植，重氮肥高於低氮肥，但栽植密度處理間差異較小。

另就水稻葉片氮含量之變化而言，其表現多與植體氮含量之變化相似(圖 1B)，亦呈現疏植高於密植， 重氮肥處理高於低氮處理，栽植密度處理間則差異較小。期作間之比較則呈現第二期作生育前期之水稻葉片氮含量高於第一期作生育前期葉片氮素量; 生育後期則差異不顯著。在不同生育期間，水稻葉片氮含量隨生育日數之進展而降低，且抽穗期至乳熟期間亦呈直線降低，此與第一期作各處理及第二期作不施氮肥處理者之植體氮含量的變化有所不同。

不同試驗處理對水稻葉片葉綠素計(SPAD)值之影響的結果如圖 1C 所示，顯示第一期作施用氮肥處理者，在不同栽密度下，分蘗盛期至抽穗期間，SPAD 值差異較小，但在進入乳熟期後，SPAD 值則呈現下降趨勢。而第一期作施用氮肥處理之 SPAD 值；在不同栽植密度處理下，除分蘗盛期外， 其它生育期均顯著高於不施氮肥處理者。而第二期作各試驗處理對水稻葉片之 SPAD 值的影響與第一期作稍有不同。施用氮肥處理者，在分蘗盛期至幼穗分化期間呈下降趨勢，但因穗肥的施用，而使其 SPAD 值再上升，所以在抽穗期時達較高值，但乳熟期時則稍稍下降。

水稻葉片之葉綠素計值與植體氮含量之關係

針對水稻不同生育期葉片之 SPAD 值與植體氮含量之相關分析，如圖 2 所示。由結果顯示不同品種間，水稻葉片 SPAD 值與植體氮含量間均呈顯著的直線正相關，唯台農 72 號於第二期作的分蘗盛期及幼穗分化期之相關係數值較低(分別為 0.541 及 0.577)，其它時期相關係數值則均達 0.8 以上，而台農 67 號在兩期作不同生育期之相關係數值均達 0.8 以上，顯示水稻葉片 SPAD 值與植體氮含量間關係密切。

另外就水稻 SPAD 值與葉片氮含量之相關分析結果如圖 3 所示。顯示水稻 SPAD 值與葉片氮含量之關係，與水稻 SPAD 值與植氮含量關係相似，兩期作不同生育期下均呈極顯著之直線正相關，而台農 72 號在二期作之分蘗盛期及幼穗分化期，亦呈現相關係數值較低的情形(0.573 及 0.611)。此外，水稻植體氮含量與葉片氮含量之相關關係，顯示在兩期作不同生育期間，各參試品種之植體氮含量與葉片氮含量之關係呈高度正相關，相關係數值均達 0.9 以上(圖 4)。

水稻植體氮含量與葉片 SPAD 值之直線迴歸分析

水稻植體及葉片氮含量與 SPAD 值間之直線迴歸分析，結果亦示於圖 2 及圖 3。大體而言，兩期作之各參試品種於生育前期之斜率較高，隨生育進展而降低。由結果發現第一期作不同生育期中，水稻植體氮含量與葉片 SPAD 值間之直線迴歸的截距與斜率，多呈現同一品種於相鄰之生育期間無顯著差異，而同一生育期之兩品種的截距與斜率間，亦呈現差異不顯著的情形。第二期作台農 67 號之植體氮含量與 SPAD 值間直線迴歸的截距與斜率，則呈現幼穗分化與抽穗期間無顯著差異，但此二時期與分蘗盛期及乳熟期間差異均顯著。台農 72 號則呈現乳熟期截距及斜率與前三生育期具有顯著差異。在葉片氮含量與葉片 SPAD 值之直線迴歸分析上，亦呈現與植體氮含量相似的情形。

依據前述之結果，各生育期之間的截距與斜率有所差異，因此，在應用上並不能將所有生育期之數據予以合併。但在同一生育期之兩品種間，截距與斜率並無顯著的差異，因此為使利用上之便利，分別於各生育期將兩參試品種數據予以合併，再進行直線迴歸分析，結果示如圖 5。由結果可以發現兩期作各生育期之兩參試品種數據合併後，其直線迴歸模式之斜率均極為顯著，唯於第二期作之分蘗盛期及幼穗分化期，無論植體氮含量或葉片氮含量對葉片 SPAD 值之迴歸模式的決定係數(R^2)均偏低(0.41-0.48)，而在第一期作之四個生育期或第二期作之抽穗期及乳熟期，迴歸模式之決定係數均大幅提升。

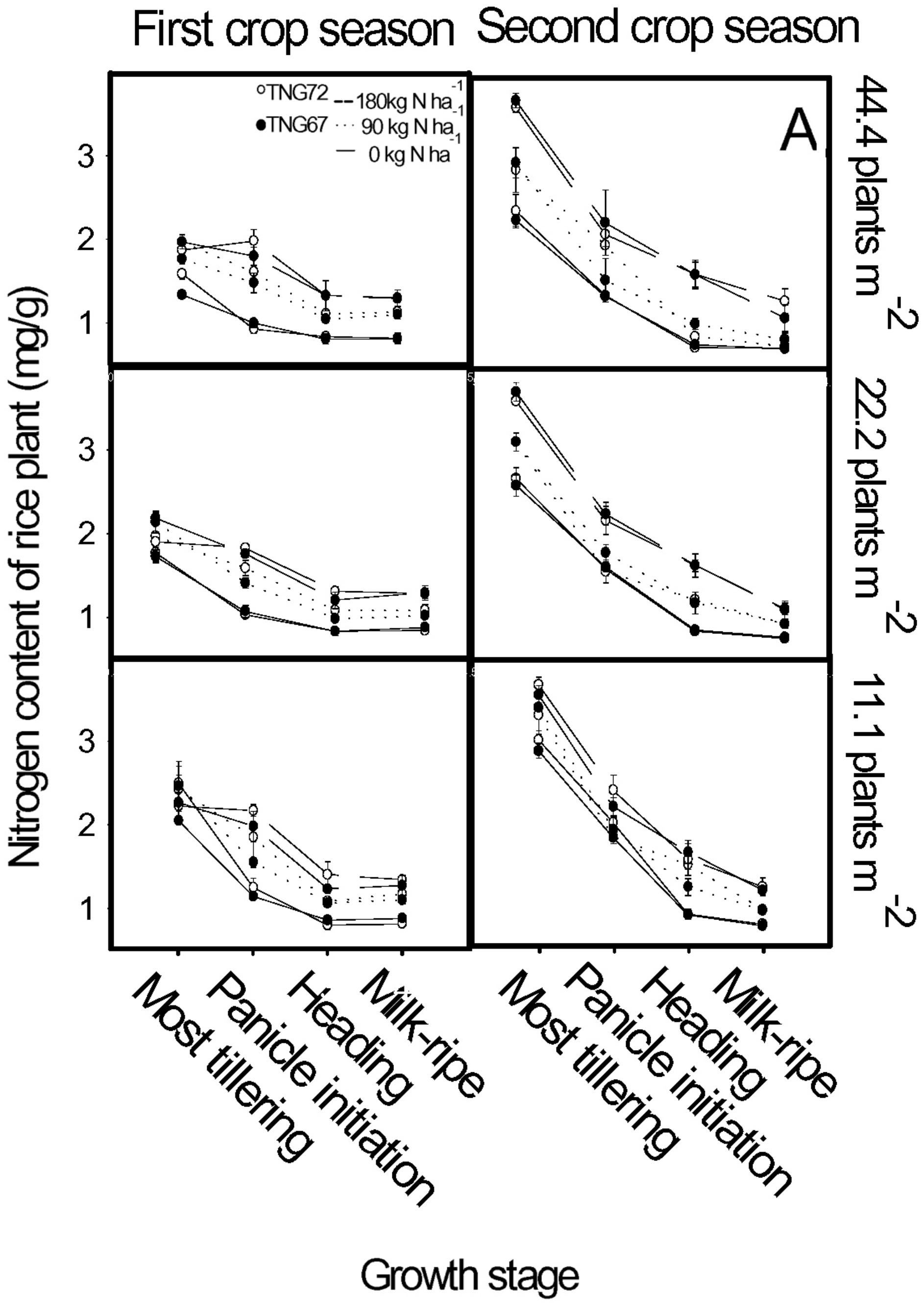

圖 1.(A). 不同栽植密度與氮肥施用量對水稻植體氮素含量之影響。

Fig. 1.(A). Effect of plant density and nitrogen fertilizer application on nitrogen content of rice plants at different growth stages.

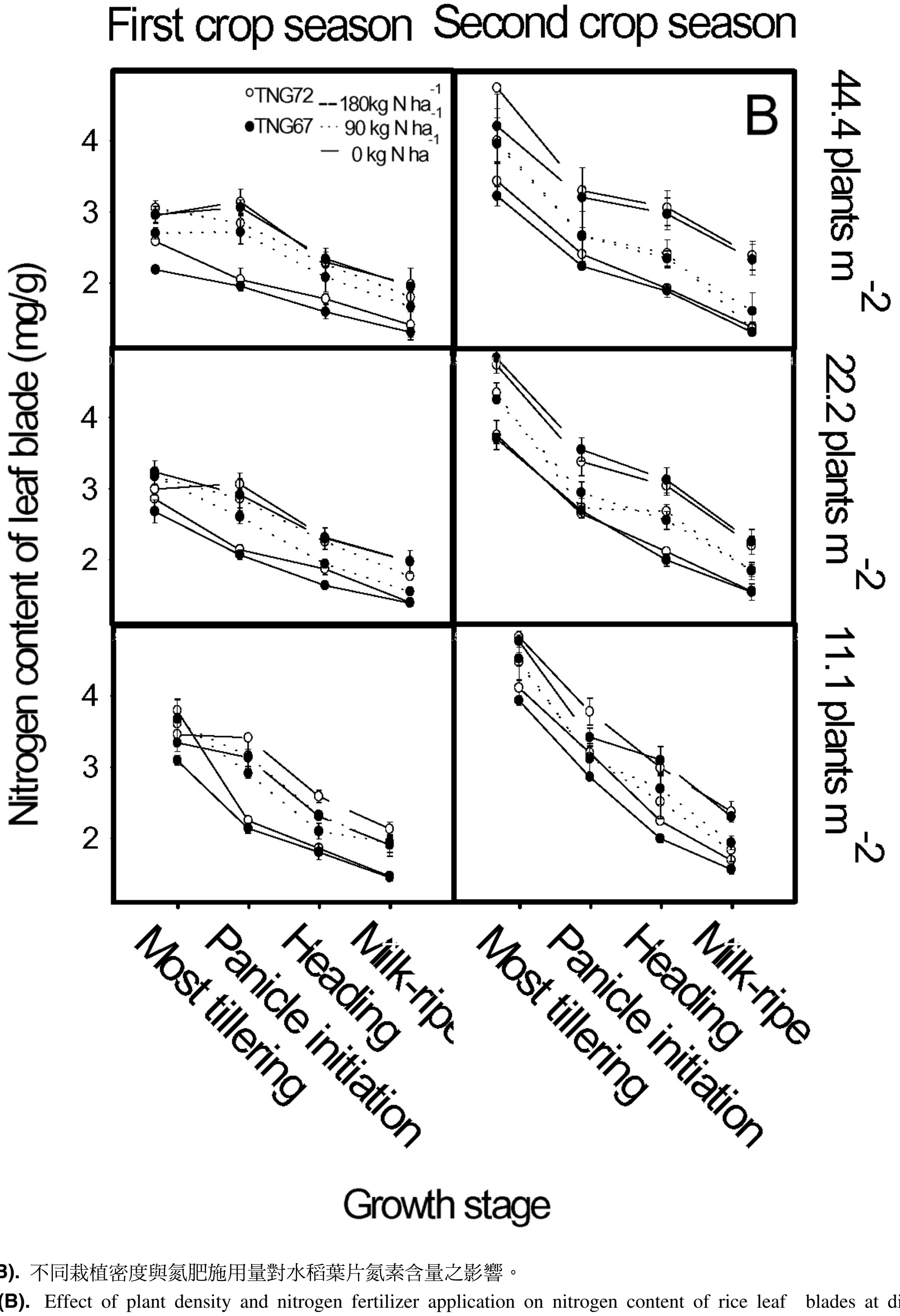

圖 1.(B). 不同栽植密度與氮肥施用量對水稻葉片氮素含量之影響。

Fig.1.(B). Effect of plant density and nitrogen fertilizer application on nitrogen content of rice leaf blades at different growth stages.

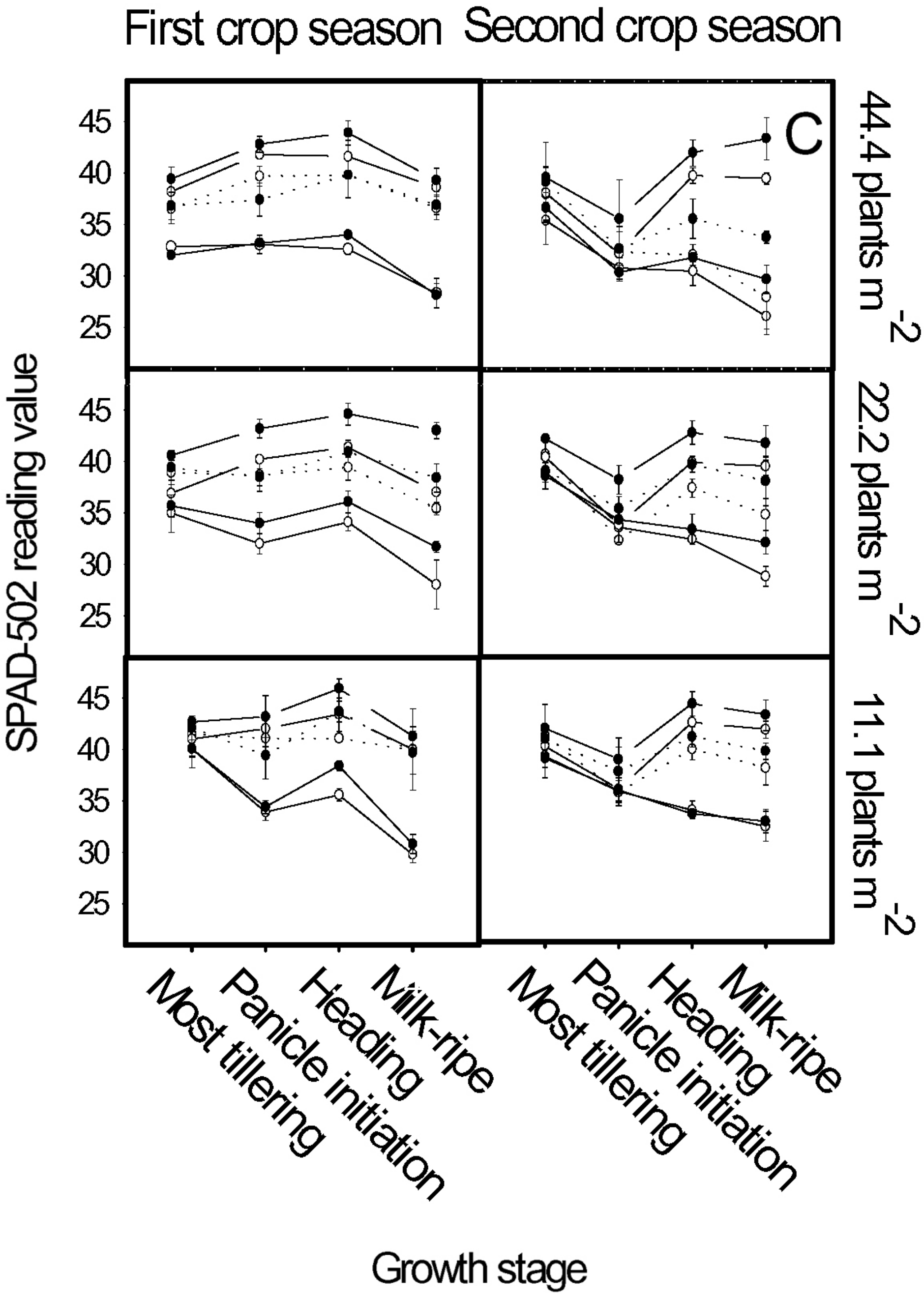

圖 1.(C). 不同栽植密度與氮肥施用量對不同生育期水稻葉綠素含量之影響(以 SPAD-502 葉綠素計測值表示)。

Fig.1.(C). Effect of plant density and nitrogen fertilizer application on chlorophyll meter(SPAD-502) reading value at different rice growth stages.

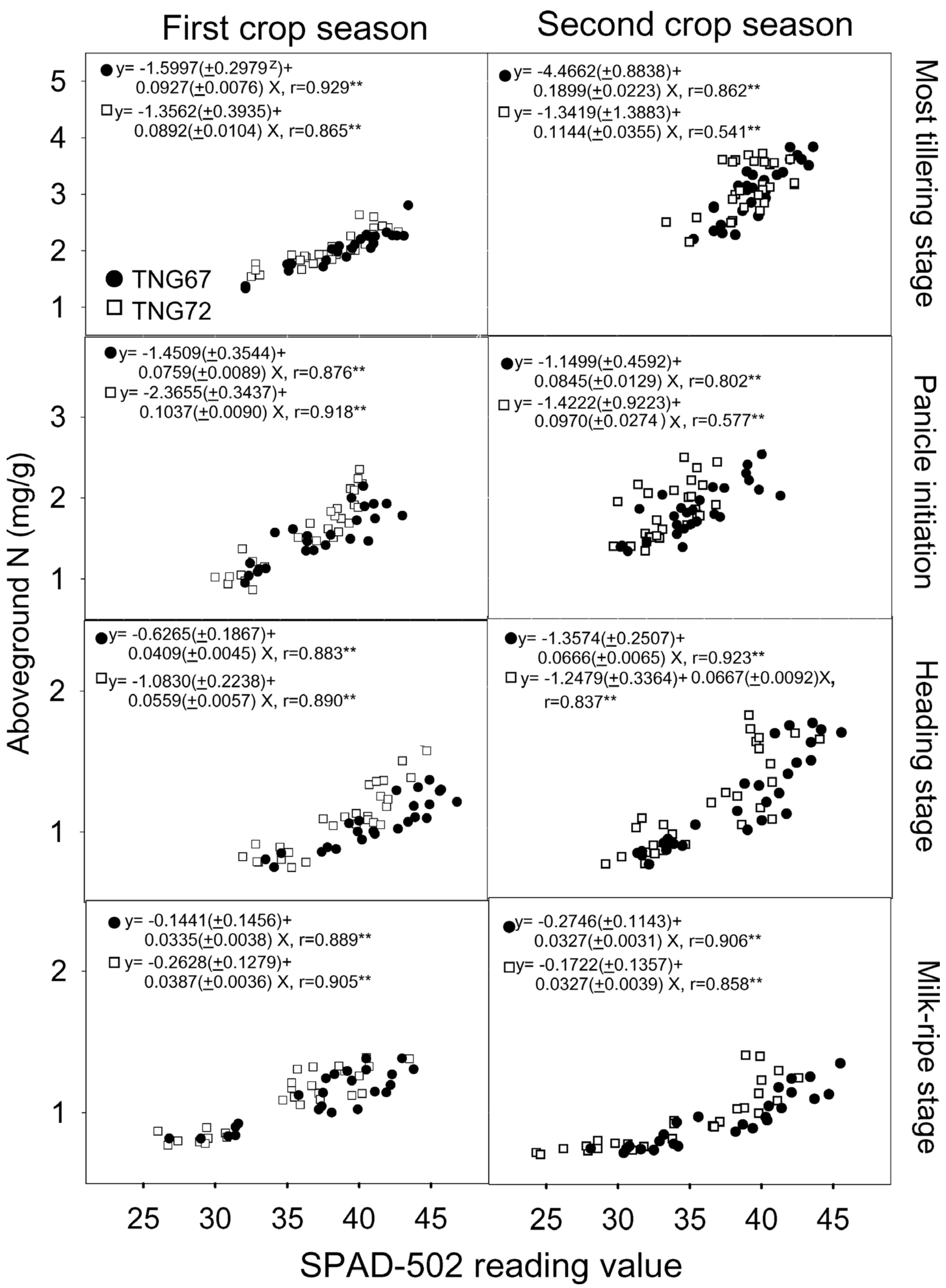

圖 2. 水稻不同生育期植體地上部氮含量與葉片葉綠素計值之關係。

Fig. 2. Relationship between nitrogen content of shoot and chlorophyll meter reading value of leaf blade for rice plants at different growth stages.

[z]numberals in parenthesis are standard error of regression coefficients.

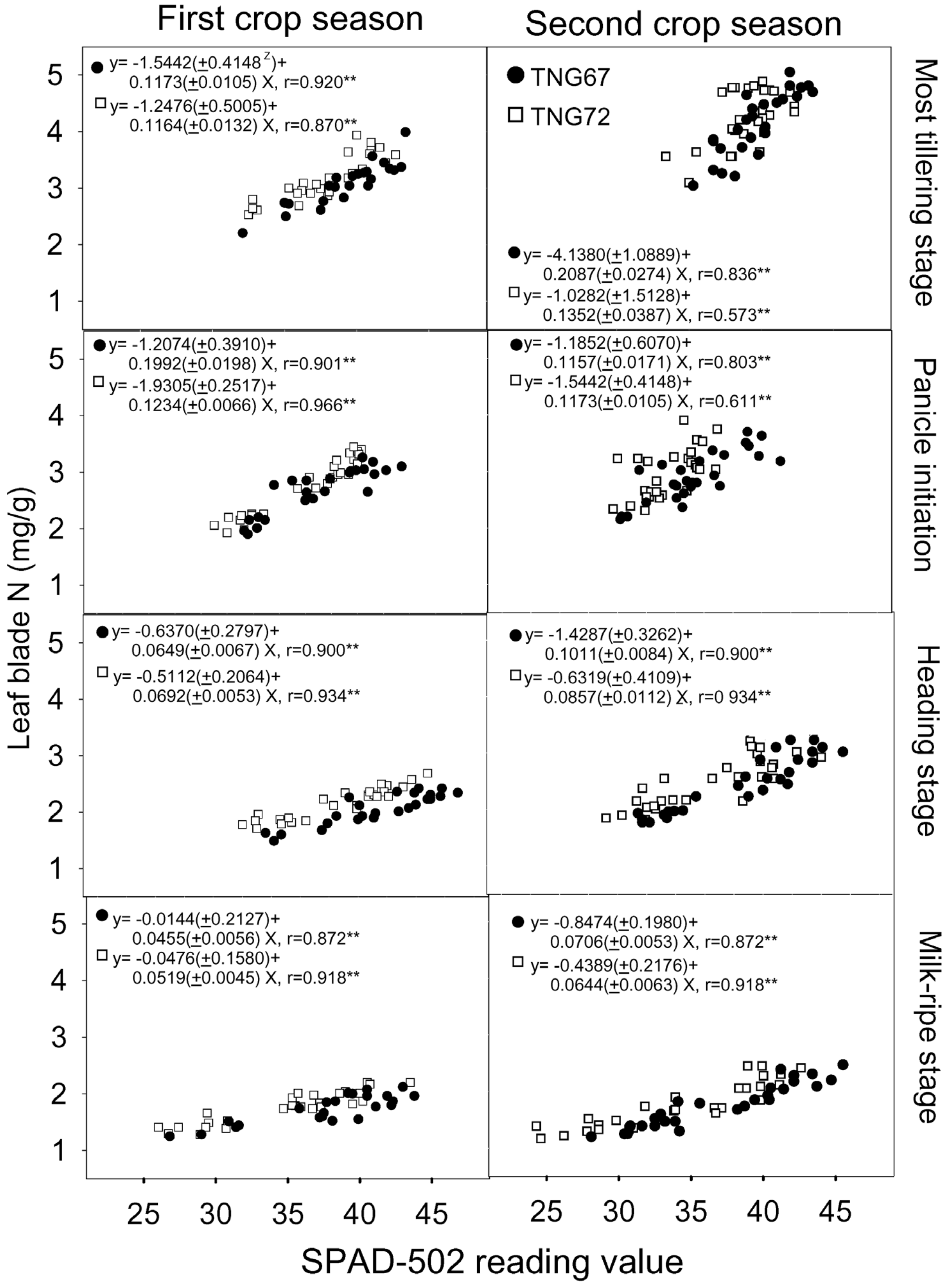

圖 3. 水稻不同生育期葉片氮含量與葉綠素計值之關係。

Fig. 3. Relationship between nitrogen content of leaf blade and chlorophyll meter reading value of leaf blade at different growth stages.

[z]numberals in parenthesis are standard error of regression coefficients.

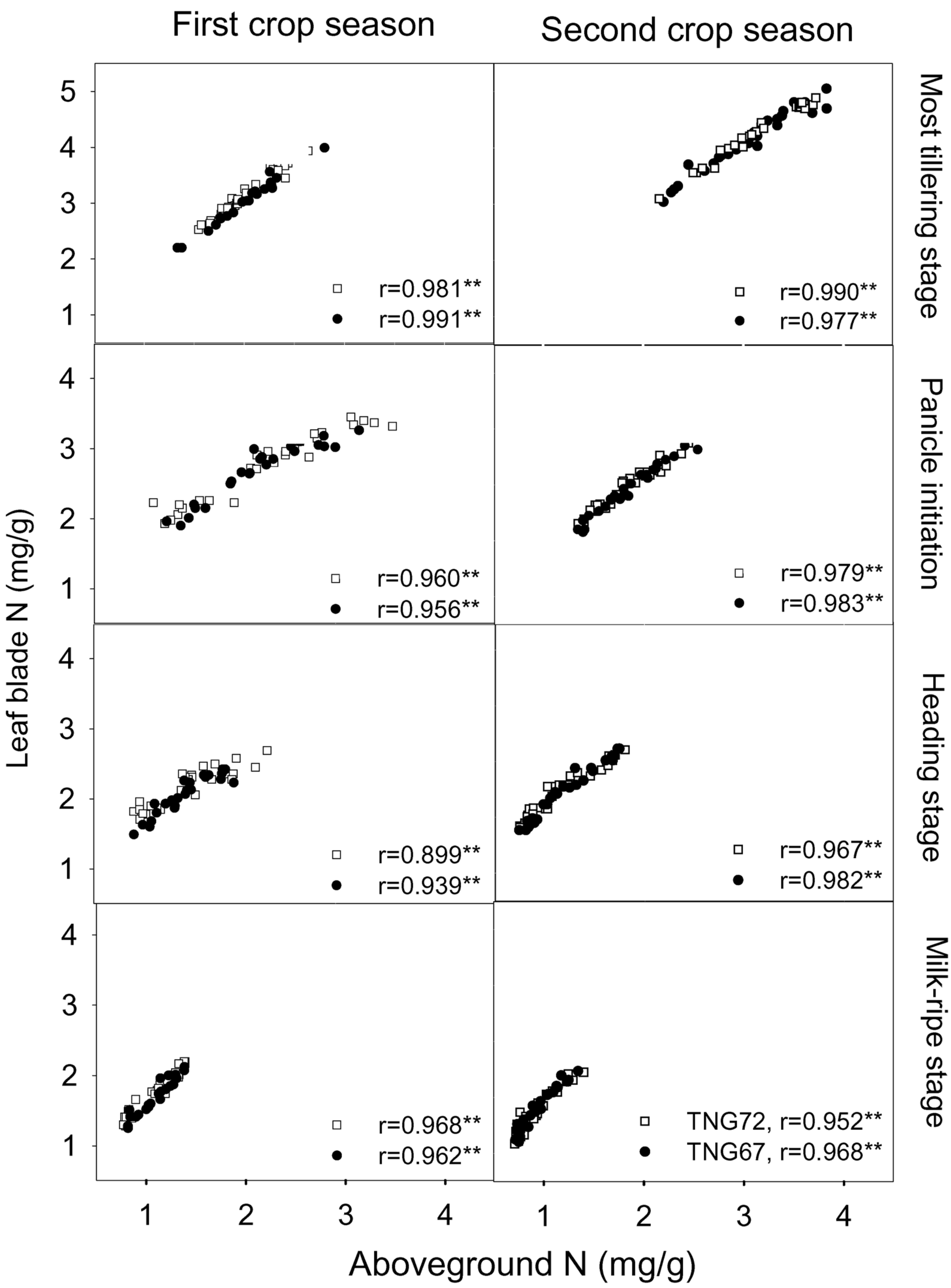

圖 4. 水稻不同生育期植體地上部氮含量與葉片氮含量之關係。

Fig. 4. Relationship between nitrogen content of shoot and leaf blade at different growth stages.

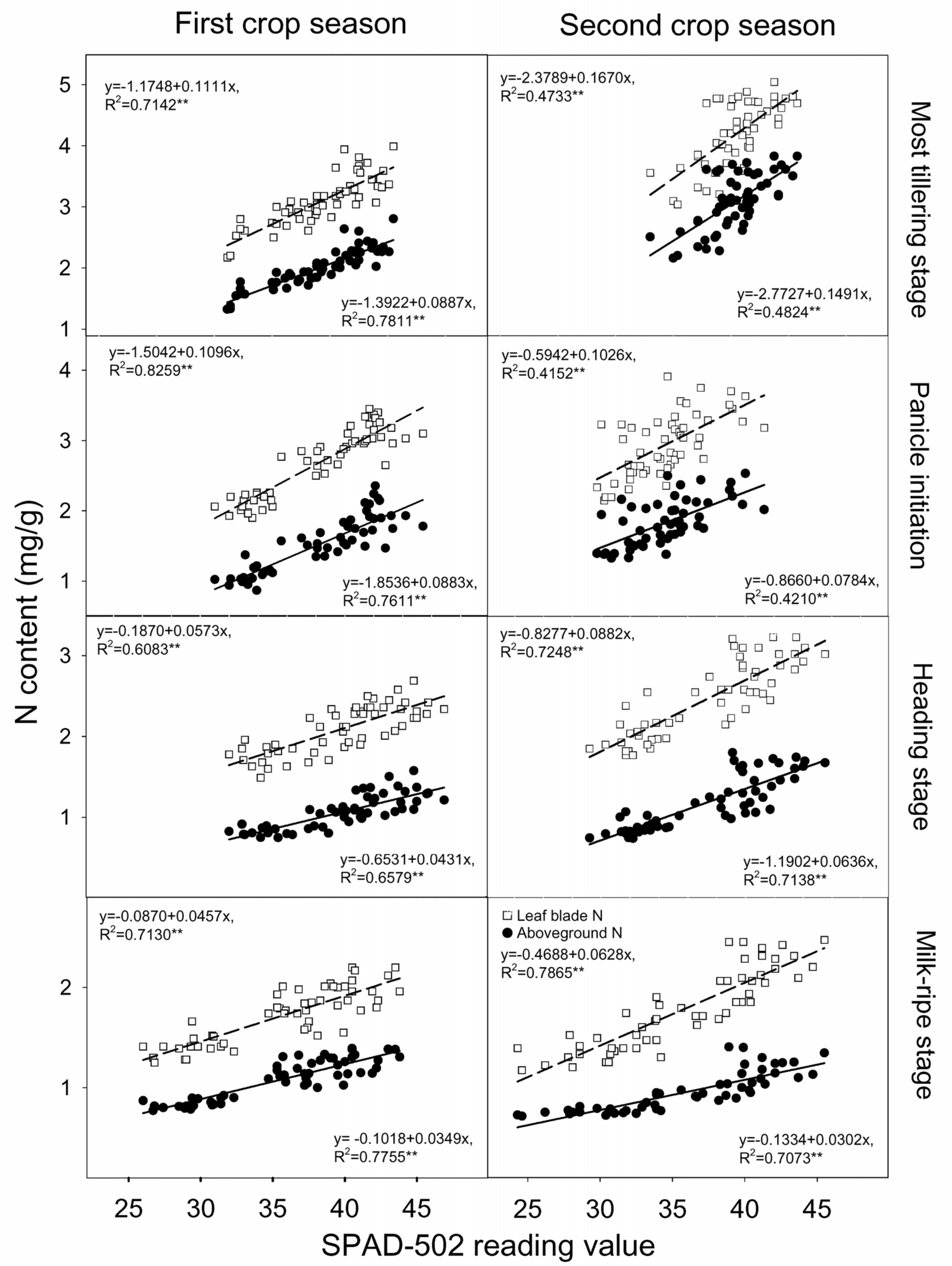

圖 5. 水稻不同生育期植株及葉片氮含量對葉綠素計值之直線迴歸模式。

Fig. 5. Linear regression model of nitrogen content of shoot / leaf blade on chlorophyll meter reading value at different growth stages.

討　　論

台灣地區水稻栽培之兩期作環境差異相當大，第一期作由低溫低日照漸至高溫強日照，第二期作則相反。就栽培者而言，應需了解環境之變化，對水稻生理的影響，尤其在氮肥吸收利用上有相當大的差異。過去多年的研究中，均發現第二期作水稻植體或葉片氮含量均高於第一期作(邱等 1960，1961；黃&李 1966；邱 1976)，戴(1990)認為二期作生育初期基肥回收率達 46%，一期作僅 9%，但穗肥則差異不大(分別為 75%與 77%)，本試驗結果亦顯示無論水稻植體或葉片之氮含量，兩參試品種在第二期作生育前期均較第一期作為高(圖 1)，曾等(1998)認為強日照下，作物對氮素之吸收速率及能力均較低日照下為強，而邱等(1960，1961)則認為高溫可促進水稻對氮素的吸收能力。由本試驗結果中亦發現氮肥量之增加及栽植密度降低，對植體及葉片葉綠素含量與氮含量均有提升效果，但以氮肥效果較大，此與黃&李(1966)及邱(1976)結果相同。

葉綠素計值已被廣泛應用在作物的葉片葉綠素含量與氮含量相關分析上(稻田 1994a；Turner & Jund 1991；Peng *et al*. 1993；Blackmer *et al*. 1994；Ladha *et al*. 1998)。並依此而發展出探討作物生長及生理分析的技術(Ma *et al*. 1996；Ladha *et al*. 1998)。因為葉綠素計反應作物葉片的葉綠素濃度，基本上葉綠素是葉片綠色濃淡的主要因子，因此，葉綠素計值亦有學者稱之為葉色。在葉綠素計未發展出之前，即有學者利用葉色板(或謂色票)作為生育診斷之用(蔡 1982；松崎等 1972；深山等 1984)。葉色板在使用上有其限制，如需考慮太陽方向及測定時間，且可能因不同使用者而測得不同結果(稻田 1993a)。

由本試驗結果顯示儘管第二期作植體葉片氮含量在生育前期顯著高於第一期作，但兩期作生育前期葉綠素計值間並無顯著差異(圖 1C)。另外，不同試驗處理下，除不施氮肥處理之葉綠計值隨生育進展而降低外，每公頃 90 公斤及 180 公斤氮素處理者，均因穗肥之施用而使葉綠素計值提高，且參試品種間均有相似反應，此雖與李等(2002)結果不同，但亦有其他學者認為氮含量與葉綠素含量間並不一定有相同變化趨勢(陳等 1981；稻田 1994b)。葉片氮含量與 SPAD 值間的關係會因栽植環境、生育期及品種等因子而缺乏一致性，如此限制葉綠素計在田間氮肥管理的應用性(Peng *et al*. 1993)。Canlpbell *et al*.(1990)則建議利用葉片厚度來校正植體或葉片氮含量與 SPAD 值間的線性關係。Peng *et al*.(1993)則利用比葉重(specific leaf weight)作為改善利用 SPAD 值預測植體氮含量之精密度。此法雖有些許效益，但作者亦認為如此卻因需增加調查項目(葉片乾重及葉面積)，而無法達到迅速、簡單及非破壞取樣等目標，對田間氮肥管理工作並無太大助益。因此，本試驗以圖 1A 及圖 1B 之結果，僅就水稻植體及葉片氮含量與 SPAD 值間進行相關分析，期達到迅速、正確及節省成本之目標。依深山等(1984)、岡本&堀野(1994)及 Peng *et al*.(1993)之論點，分別考慮以不同生育期及品種進行分析。

連(1972)曾進行台灣地區兩期作之穗肥效應及診斷方法的研究，其認為第一期作水稻在幼穗分化期之植體氮含量低於1.8-1.9%，則穗肥效果顯著。第二期作則為2.0%左右。此亦顯示穗肥效果和幼穗分化期之植體氮含量的關係，因環境而異。若欲利用本試驗之結果作為穗肥施用之診斷技術，在第一期作不同品種間均可得到良好之診斷效果，但第二期作則台農67號之診斷效果較台農72號為佳， 此亦顯示不同環境及品種均會影響SPAD值與植體或葉片氮含量之關係。岡本&堀野(1994)認為生育量少或早熟品種，在高氮條件下其稻株生長相對的氮含量高，葉色變化雖大致相對應，但此二者之關係需於生育期及栽培環境相同下，方不因品種差異而改變。由本試驗之圖2及圖3中亦呈現在相同期作之同一生育期下，兩參試品種之直線迴歸斜率並無顯著差異。期作間之比較大體而言，第二期作兩品種在各生育期之斜率均高於第一期作，顯示兩期作不同生育期間SPAD值表現雖相似，但植體及葉片氮含量均以第二期作較高，此與黃&李(1966)、邱(1976)及Chiu *et al*.(1963)之結果相符。

兩參試品種植體及葉片氮含量對 SPAD 值之直線迴歸模式的斜率，在不同期作之不同生育期間即無顯著差異，若為使應用便利，則可予以合併數據進行新迴歸模式的分析(Neter *et al*. 1996)。所得結果雖顯示第二期作分蘗盛期及幼穗分化期兩品種數據合併的迴歸模式之決定係數並不高，但抽穗期及乳熟期與第一期作各生育期之迴歸模式的決定係數卻大大提高，利用上將更為便利。因此就本試驗結果，顯示利用 SPAD 值作為水稻植體及葉片氮營養狀況之估測工具，於第一期作之各生育期可將品種之數據合併，建立共同之使用模式，但第二期作之抽穗期及乳熟期雖亦可依此應用，但分蘗盛期及幼穗分化期，則需以各品種數據分別建立應用模式，如此可作為水稻田間氮肥管理之依據，可避免資材浪費並降低生產成本。

引用文獻

李裕娟、楊純明、張愛華。2002。施用氮肥對水稻植體氮素、葉綠素及植被反射光譜之影響。中華農業研究 51:1-14。

邱再發、連　深、徐水泉。1960。台灣水稻之養分吸收之研究(第一報)溫度對養分吸收之影響。農業研究 9(4):14-15。

邱再發、連　深、徐水泉。1961。台灣水稻之養分吸收之研究(第二報)日本型與印度型水稻之養分吸收與溫度之關係。農業研究 10(1):19-20。

邱再發。1972。密植度與氮肥量對水稻氮素含量稻穀產量及各種農藝性狀之影響。中華農業研究 21(3):151-164。

邱再發。1976。本省兩期作水稻之氮素營養比較。台灣農業 12(4):16-21。

連　深。1972。水稻之穗肥效應及診斷研究。中華農業研究 21(1):11-17。

陳建山、黃定鼎、劉大江。1981。機插水稻之生育與生理研究。I.氮素、葉綠素及非構造性碳水化合物之濃度變化。中華農業研究 30(2):89-98。

曾希伯、青長樂、謝德體、侯光炯。1998。光照條件對土壤-植物系統氮素狀況影響的研究。應用生態學報 9(2):139-144。

黃文良、李蘭蒂。1966。本省不同水稻品種之肥料效應與養分吸收比較試驗。中華農業研究 15(4):41-48。

蔡金川。1982。水稻葉色與葉片全氮濃度之品種間差異。中華農業研究 31:246-253。

戴登燦。1990。不同時期所施氮肥對水稻氮素吸收與分配動態之影響。國立中興大學農藝學研究所碩士論文。台中。66 pp.

羅正宗、陳一心、劉啟東。2000。水稻植株葉色變化與測定方法。嘉義大學學報 69:15-22。

本庄一雄。1971a。米のタンパク含量に關する研究。第一報　タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす氣象環境の影響。日作紀 40:183-189。

本庄一雄。1971b。米のタンパク含量に關する研究。第二報　施肥條件のちがいガ玄米のタンパク質含有率およびタンパク質總量に及ぼす影響。日作紀 40:190-196。

岡本正弘、堀野俊郎。1994。米の氮素含量の品種間差異及栽培條件にむる變異と葉色との關係。育種學雜誌 44:177-181。

松崎昭夫、松島省三、富田豐雄、朴錫洪。1972。水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究。第 110 報　水稻個體群の葉色表示法について。日作紀 41:134-138。

高橋重郎、和田源七、庄子貞雄。1976。水田における氮素の動態と水稻による氮素吸收について。第 7 報　氮素吸收パタソと水稻の生育收量構成要素。日作紀 45:220-225。

深山政治、勝木田博人、齊藤研二。1984。葉色票による水稻の生育診斷。農業及園藝　59: 775-781。

稻田勝美。1993a。“綠”を測る[1] 葉色の測定とその營養生育診斷への利用。農業及園藝 68: 997-1000。

稻田勝美。1993b。“綠”を測る[3] 葉色の測定とその營養生育診斷への利用。農業及園藝 68: 1199-1205。

稻田勝美。1994a。“綠”を測る[5] 葉色の測定とその營養生育診斷への利用。農業及園藝 69: 55-58。

稻田勝美。1994b。“綠”を測る[6] 葉色の測定とその營養生育診斷への利用。農業及園藝 69:291-296。

Blackmer, T. M., J. S. Schepers, and G. E. Varvel. 1994. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. Agron. J. 86:934-938.

Chiu, T. F., L. T. Lee, B. L. Tran, and S. M. Lin. 1963. Studies on nutrient absorption of rice plants in Taiwan (part 4). Comparative study on rice nutrition in the first and second crops in some paddy fields. J. Agric. Res. China 12(4):28-41.

Draper, N. R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. 2nd ed. Wiley, New York. 709 pp.

Earl, H. J. and M. Tollenaar. 1997. Maize leaf absorptance of photosynthetically active radiation and its estimation using a chlorophyll meter. Crop Sci. 37:436-440.

Ladha, J. K., T. P. Agnes, C. P. Gloria, E. Castillo, U. Singh, and C. K. Reddy. 1998. Nondestructive estimation of shoot nitrogen in different rice genotypes. Agron. J. 90:33-40.

Ma, B. L., M. J. Morrison, and L. M. Dwyer. 1996. Canopy light reflectance and field greenness to assess nitrogen fertilization and yield of maize. Agron. J. 88:915-920.

Matsushima, S. 1980. Rice Cultivation for the Million-Diagnosis of Rice Cultivation and Techniques of Yield Increase. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 275 pp.

Neter, J., M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim, and W. Wasserman. 1996. Applied Linear Statistical Models. Times Mirror Higher Education Group, Inc., 1406 pp.

Peng, S., F. V. Garcia, R. C. Laza, and K. G. Cassman. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. Agron. J. 85: 987-990.

Turner, F. T. and M. F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. Agron. J. 83: 926-928.

Yoshida, S., D. A. Forno, D. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. p.14-17. 3rd ed. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.

Application of Chlorophyll Meter to Predict Nitrogen Status of Rice Plant [1]

Jeng-Chung Lo [2,4], Yi-Shin Chen [2] and Chung-Li Chen[3]

Summary

Lo, J. C., Y. S. Chen, and C. L. Chen. 2004. Application of chlorophyll meter to predict nitrogen status of rice plant . J. Agric. Res. China 53:179-192.

This experiment was undertaken on Chico Farm of Chiayi Agricultrual Experiment Station, during the first and the second crop season in the year of 2000. It was to explore the feasibility to apply chlorophyll meter to predict nitrogen status of rice plant during different crop seasons at various growth stages. The result shows that nitrogen content of rice plant decreased with growth days, which applies to conditions of different nitrogen rates, planting densities and crop seasons. As for the variation of nitrogen content on rice leaf, it performed mostly similar to the variation of nitrogen content on rice plant and also presented the content was more on loose-planted than on densely-planted, more on high nitrogen rate than on low nitrogen rate. The relation between the nitrogen content of rice plant and leaf blade on participating varieties are highly positive correlation on different growth stages in the two crop seasons and the correlation coefficients are all over 0.9. Except the most tillering stage and the heading during second crop season (R^2>0.4), the coefficients of determination (R^2) of the linear regression analysis of nitrogen content of leaf blade and rice plant on SPAD reading value were all greater the 0.6.

Key words: Rice, SPAD, Nitrogen content, Chlorophyll meter.

---

1. Contribution No.2202 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 21, 2004.
2. Respectively, Assistant Agronomist and Sinor Agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, ARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Agronomy, NCHU, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: lojchung@dns.caes.gov.tw；Fax: (05)2698810.

華農業研究 (J. Agric. Res. China) 53:193~200 (2004)

彩葉蘭授粉期與果莢冷藏對種子發芽之影響[1]

蕭翌柱[2] 夏奇鋌[2,4] 蔡新聲[3]

摘 要

蕭翌柱、夏奇鋌、蔡新聲。2004。彩葉蘭授粉期與果莢冷藏對種子發芽之影響。中華農業研究 53:193-200。

彩葉蘭為一種兼具觀賞及藥用價值的蘭科植物，選取最佳成熟度之花粉及子房進行人工自花授粉並冷藏果莢，可以獲得最高的結果率且能適度延長果莢播種期限。研究結果顯示，彩葉蘭花朵於開花後(days after flowering, 簡稱 DAF)第 0-5 天進行授粉，最高結果率達到 100%且種胚播種培養後之萌芽率也有 44.6-45.6%，顯著優於其他各時期授粉之處理組。取花朵開花後 3-5 天的花粉團粒培養於含 10%蔗糖和 0.01%硼酸的液體培養基 18 hr 後，其花粉萌芽率最高達到 98.4%，平均每個花粉團粒有 82.6 條花粉管。另外，將成熟果莢置於 5±1℃及 100%相對溼度的冷藏環境下，可適度延長播種期限達 28 天。

關鍵詞：彩葉蘭、蘭科、授粉作用、種子萌芽。

前 言

彩葉蘭〔*Haemaria discolor* (Ker) Lindl.〕為蘭科血葉蘭屬(*Haemaria*)植物，別名「血葉蘭」或「美國金線連」，中國大陸通稱為「石上藕」、「石蠶」或「真金草」(中華本草編輯委員會 1999)，其原生地分布於中國南方、緬甸、馬來半島、蘇門答臘、爪哇以及印尼的一些島嶼(Hawkes 1970；Teo 1978)，咸認世界上僅有一屬一種(Jones 1979；Teuscher 1978)。在中國廣東、福建、廣西和雲南等地區之百姓，習慣採集彩葉蘭全草鮮用或切段曬乾水煮飲用，以治療脾、肺疾病及肺結核、腦神經衰弱等症狀(Teuscher 1978；邱＆張 1995)，藥典記載其性味甘涼，能滋陰潤肺、健脾安神(中華本草編輯委員會 1999)。植株葉片經萃取研究，發現含有天冬氨酸-醯氨(asparagines)、穀醯氨(glutamine)、組氨酸(histidine)、絲氨酸(serine)和羥丁氨酸(threonine)等人體必需及非必需氨基酸成分(Arditti 1992)。

彩葉蘭的染色體數2n= 44 (Withner 1974)，對環境適應力強且具有耐熱特性，只需注意給予適當的水分和養份即可生長良好，不需使用特別設計的精密溫室(Hawkes 1970)，其株高約10-25公分，匍匐莖節呈肉質狀並互生2-4片葉，墨綠色的葉面散佈著橙紅或金黃色線形葉脈(圖1A)，一般將其視為地生的寶石蘭類草本植物(中華本草編輯委員會1999；Teo 1978；Graf 1986；Chang ＆ Chou 2001)。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2203 號。接受日期：93 年 7 月 30 日。
2. 本所農藝組助理研究員及副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 朝陽科技大學生物技術研究所教授。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：hsia@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

開花時總狀花序常著生十數朵雪白花朵(圖1B)，每年的開花期約自10月至翌年2月(Graf 1986)，但在台灣北部溫室培育者，其開花期可延遲自每年的12月底至翌年3月止(Chang & Chou 2001)。

曾有報導指出，利用彩葉蘭莖節誘導芽體增生，能達到大量繁殖種苗目的(Teo 1978)。近年來也陸續完成無菌播種技術之開發與栽培介質調配(周＆張 1999a，1999b)，但是，對於彩葉蘭的花粉活力、授粉適期與果莢低溫儲存期限等研究文獻仍不多見。因此，本文目的旨在探討彩葉蘭不同成熟度之花粉及子房對自交和異花授粉著果率及種胚萌芽率的影響，並記錄花朵授粉後正常果莢發育之生長曲線；此外，將成熟果莢利用低溫保濕冷藏，以研究種胚在低溫下的儲存期限，藉由上述幾項試驗結果，希望能了解彩葉蘭的最佳授粉適期並適度延長果莢播種壽命，以期增進優良種苗繁殖效率及授粉成功率，並且在未來進行遠緣、近緣雜交育種工作時，能提供實質的重要參考資料。

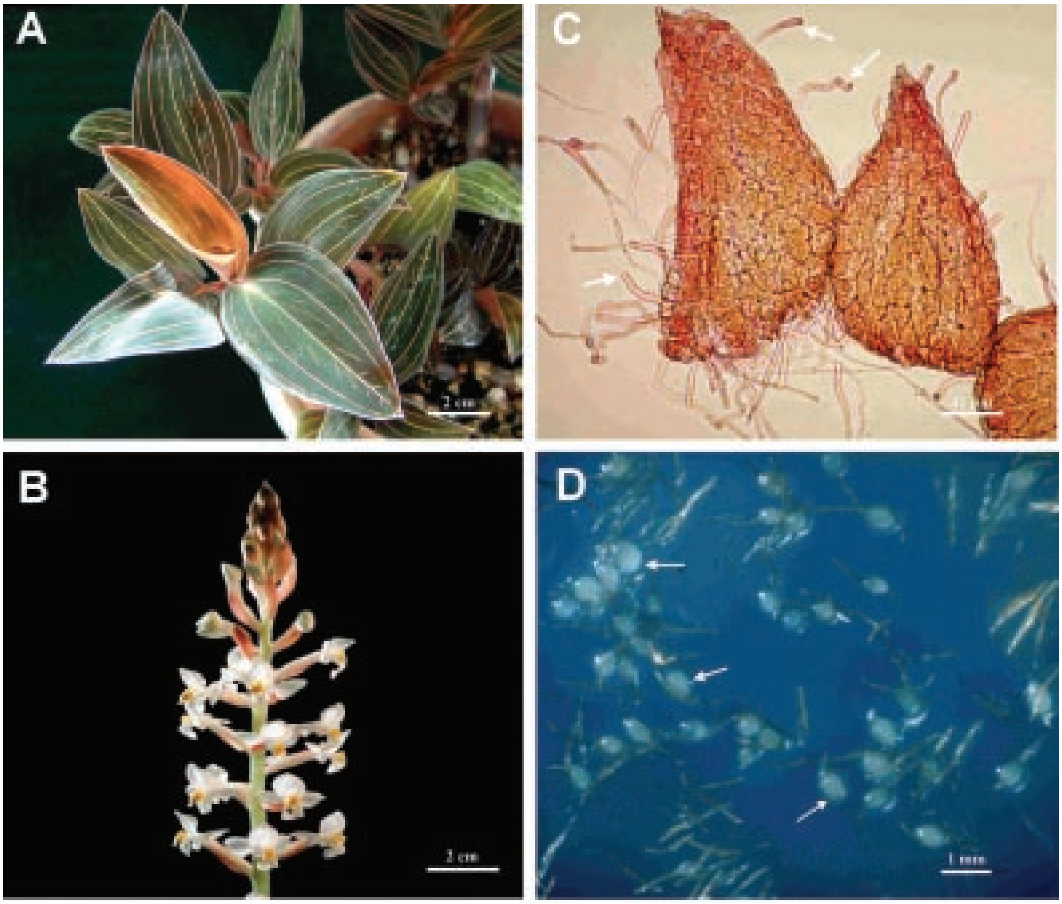

圖 1. 兼具觀賞及藥用價值的彩葉蘭。**A.** 植株及葉片形態，比例尺＝2 cm；**B.** 花序及花朵，比例尺＝2 cm；**C.** 花粉團粒及萌生的花粉管(箭頭處)，比例尺＝41 µm；**D.** 無菌播種 30 天後膨大的種胚(箭頭處)，比例尺＝1 mm。

Fig. 1. An ornamental and medicinal important terrestrial orchid- *Haemaria discolor* (Ker) Lindl. **A.** Plants and leaves of *Haemaria discolor*. Bar= 2 cm ; **B.** The inflorescence and flowers. Bar= 2 cm; **C.** The massula showing emergence of pollen tubes (arrows). Bar= 41 µm; **D.** Appearance of seed germination after 30 days cultured *in vitro* (arrows). Bar= 1 mm.

材料與方法

供試植株之培育

選取種植於農業試驗所已達3-4年株齡且高度15-20 cm之彩葉蘭植株進行移植栽培，每週澆水1-2次並適度施用花寶三號(氮：磷：鉀＝10：30：20)化學肥料，以促進其開花結果，待12月底抽苔並於翌年2月初始花後，選取30株的花莖分別編號作為樣本，每枝花莖約著生22-35朵花，每朵花的始花日期皆予以記錄，供後續人工授粉試驗及花粉活力測定之用。

花粉活力測定

彩葉蘭花朵壽命約27天，因此，自花朵初開後算起至萎凋止，將其區分為下列幾個不同時期：0-2 DAF(days after flowering，簡稱DAF，0表示花朵初開、1表示開花後第1天、2表示開花後第2天)、3-5 DAF、6-8 DAF、9-11 DAF、12-14 DAF、15-17 DAF、18-20 DAF、21-23 DAF以及24-26 DAF共九個時期。用鑷子選取上述不同時期花朵的花粉塊，置於載玻片上輕輕擠壓及敲擊，使花粉塊上的花粉團粒(massula)鬆散脫離，再滴上2滴含有10%蔗糖與0.01%硼酸、酸鹼值pH 5.8的無菌培養液在花粉團粒上，將載玻片放入加蓋的培養皿中並保持100%相對濕度，於暗室培養18 hr後取出觀察。觀查時首先用吸水紙小心吸除培養液，讓花粉團粒集中留存於載玻片表面，再滴1-2滴1%的醋酸洋紅(acetocarmine)作為花粉管染色劑，覆上蓋玻片後以光學顯微鏡下鏡檢萌生的花粉管數，每個處理三重覆，每重覆調查30個花粉團粒。

授粉試驗

選取上述不同時期的供試花朵，先使用短尖小鑷子將花朵上的藥帽掀開，夾取花粉塊並自交授粉於柱頭上。其中0-2 DAF和3-5 DAF時期的子房在自交授粉後，每隔七天以微標尺測量及記錄正常發育果莢直徑變化。從第四星期起除了調查結莢率外，並將成熟果莢種子無菌播種於含1/2MS (Murashige ＆ Skoog 1962)基本鹽類和3%蔗糖之固體培養基60天，再以顯微鏡鏡檢種胚萌芽率。此外，另選取0-2 DAF、6-8 DAF、12-14 DAF、18-20 DAF和24-26 DAF五個時期的花朵進行異花授粉。試驗中，每種處理各用15朵花。

果莢冷藏處理

選取授粉後第27-28天成熟度約87.5%飽滿充實的果莢30個，逢機分成6組，每組各5個果莢，分別裝入已編號的塑膠封口袋中。此外，為確保冷藏期間封口袋內100%相對濕度，避免果莢因過度乾燥開裂，各個封口袋皆放入吸足無菌水的紙巾。首先取一組5個果莢作為未經冷藏之對照組並進行無菌播種，第2-6組則置於攝氏5℃冰箱冷藏處理，以後每隔7日依序取出一組進行無菌播種。無菌播種的操作程序如下：(1)以70%酒精消毒果莢外部30秒；(2)用0.5%次氯酸鈉溶液消毒殺菌15分鐘，再置於無菌操作檯上以無菌水清洗2-3次；(3)拿解剖刀切開果莢取出種胚，此時種胚多呈黃褐色鬆散棉絮狀；(4)將各果莢取出之種胚充分混合後，分別播種於內含1/2MS基本鹽類和3%蔗糖之固體培養基中。每個處理組共接種50支試管，置於恆溫25 ± 1℃、光照強度38 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$及14小時光周期的培養室，經播種後60日調查並記錄種胚萌芽率。

試驗結果之統計與分析

試驗數據資料，依“Statistical methods in plant tissue culture” (Lu 1997)進行最小顯著性差異分析(least significant difference, LSD)；花粉管數僅計算其平均值和標準偏差；結果莢率則採用二項分佈95%信賴區間(95% confidence limit of binomial variation)比較其差異。.

結 果

花粉活力測定

以不同時期花朵的花粉團粒，經暗培養18 hr後，以40-100倍光學顯微鏡鏡檢花粉管萌生情形，結果顯示，花朵開花後第3-5天(即3-5 DAF)採取的花粉活力最高，計算供試花粉團粒的總萌芽率達到98.4%(表1)，與0-2 DAF之94.9%萌芽率或6-8 DAF之93.3%萌芽率相較，雖未達顯著差異水準，但仍高於9-11 DAF、12-14 DAF及15-17 DAF各時期之86.9%、87.6%和80.4%；開花後第18-20天及第21-23天(即18-20 DAF和21-23 DAF)採取的花粉活力已迅速減低，其花粉團粒萌芽率分別降為53.7%與44.7%，至於24-26 DAF的花粉萌芽率，僅有21.6%。

此外，比較各不同成熟度已萌芽花粉團粒的花粉管數(圖1C)，結果也顯示花朵開花後第3-5天(即3-5 DAF)採取的花粉活力最高，平均每個花粉團粒萌生的花粉管數達到82.6 (表1)，略高於0-2 DAF的74.5平均值及6-8 DAF、9-11 DAF兩時期之64.2、61.9；在12-14 DAF和15-17 DAF二個時期採取的花粉，其萌芽花粉團粒的花粉管平均數已分別減少為33.2和32.2；至於18-20 DAF、21-23 DAF和24-26 DAF各時期花粉團粒，經培養後萌生之花粉管數已明顯降低至7.7-13.3。

不同成熟度花粉對授粉力之影響

彩葉蘭花朵分別在開花當天到花後17天進行自交授粉，其結莢率皆可達到100%；然在開花後18-20天授粉之結莢率已下降為70%。如在開花21天以後才進行授粉，則結莢率只剩40-50%。鏡檢調查發現，各不同時期花朵自交授粉後所獲得之成熟果莢種胚，經無菌播種於培養基60天後，其萌芽率以0-2 DAF和3-5 DAF時期授粉之45.6%及44.6%最佳，且顯著高於6-8 DAF和9-11 DAF的34.7%與31.5%；在12-14 DAF至24-26 DAF各時期進行授粉所得到的種胚萌芽率僅維持在11.5-22.7%。不同成熟度之彩葉蘭花朵進行異花授粉的結莢率，所得結果與上述自交授粉者相似(資料未列出)，且此種成熟果莢種胚在無菌播種於培養基60天後之萌芽率，亦以0-2 DAF授粉之44.8%最高(表2)，顯著優於6-8 DAF之33.9%與

表 1. 彩葉蘭不同成熟度花朵之花粉活力以及對自交授粉的著果率與種胚萌芽率之影響

Table 1. Effect of flower maturity on pollen viability, fruit set and embryo germination for self-pollination in *Haemaria discolor* (Ker) Lindl.

Pollinia age (DAF) [z]	% massule germination	No. pollen tubes per massula	% Fruit set [x]	% Embryo germination
0- 2	94.9 ab [y]	74.5± 31.3	100 (69-100)	45.6 a [y]
3- 5	98.4 a	82.6± 28.1	100 (69-100)	44.6 a
6- 8	93.3 ab	64.2± 27.9	100 (69-100)	34.7 b
9-11	86.9 bc	61.9± 20.6	100 (69-100)	31.5 b
12-14	87.6 bc	33.2± 15.5	100 (69-100)	22.5 c
15-17	80.4 c	32.2± 18.3	100 (69-100)	22.7 c
18-20	53.7 d	13.3± 11.2	70 (35-93)	12.1 d
21-23	44.7 a	13.3± 15.2	50 (19-81)	12.6 d
24-26	21.6 f	7.7± 9.4	40 (12-74)	11.5 d

[z] DAF : Days after flowering.

[y] Means within a column followed by the same letter are not significantly different from each other at the 5% level as determined by LSD test.

[x] Values in parentheses are 95% confidence limits of binomial distribution.

12-14 DAF之22.6%；在18-20 DAF和24-26 DAF授粉所得種胚的萌芽率僅有12.2-16.5%。此外，根據花朵授粉後正常著果的果莢發育記錄所繪製的圖形，為略呈S型之生長曲線(圖2)，且授粉後第二週起至第三週之間似為果莢快速膨大時期。

表 2. 彩葉蘭不同成熟度之花粉及子房對異花授粉種胚萌芽率之影響

Table 2. Effect of pollen and ovule maturity on embryo germination rate for cross-pollination in *Haemaria discolor* (Ker) Lindl.

Pollinia age (DAF) [z]	Ovule maturity (DAF) [z]	% Embryo germination [y]
0 -2	0- 2	44.8 a [y]
6 -8	6- 8	33.9 b
12-14	12-14	22.6 c
18-20	18-20	16.5 cd
24-26	24-26	12.2 d

[z] DAF : Days after flowering.

[y] Means within a column followed by the same letter are not significantly different from each other at the 5% level as determined by LSD test.

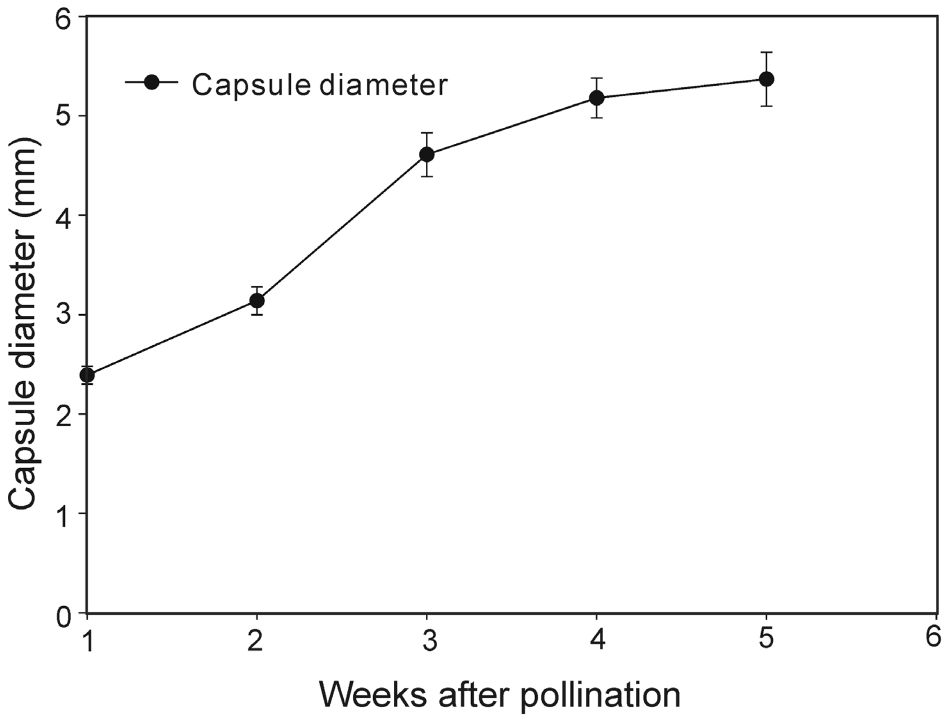

圖 2. 彩葉蘭授粉後正常果莢發育之生長曲線。

Fig. 2. The growth curve in pollinated capsule of *Haemaria discolor* (Ker) Lindl.

果莢冷藏時間對種子萌芽力之影響

彩葉蘭花朵授粉後第27-28天採收的果莢種胚，未經5℃冷藏處理直接播種之種子萌芽率約為47.4% (表3)，冷藏7日後之平均萌芽率仍可達到46.0%；冷藏14-28日後之種子平均萌芽率，則分別略降至40.6-41.2%；如冷藏日數達到35天，不僅種子萌芽率減低至33.5%，甚至果莢外部也開始出現霉爛徵狀。

討　論

彩葉蘭原生在東南亞島嶼及中國大陸南方熱帶、亞熱帶區域，所以栽培品種常表現出較耐熱的特性。據研究(周＆張 1999a)指出，彩葉蘭植株對生育溫度的變化具有明顯感受性，如將植株置於攝氏15℃環境下，會出現生長勢弱化和停頓的現象；在25-30℃培育溫度下，雖有良好的營養生長，但以20-25℃對花芽分化及誘導較有促進作用。適度冷涼的栽培環境，不但可以促進花芽分化，對於提高蘭科植物之授粉著果率及延長花朵授粉適期可能也有助益。例如白花蝴蝶蘭在25-30℃溫度下的自交授粉期限只有24天，花開30日後之授粉著果率將由100%降至44%；若維持20-25℃生育溫度，則開花後5-60天自交授粉均可獲得100%高著果率(涂＆李 1987)。另由觀察得知，彩葉蘭完成花芽分化後，自莖頂萌生花苞至第一朵花開約需2.5-3個月時間，其花朵開放後若未經人工或虫媒授粉，在第27-28天花朵便乾枯萎凋，此與台灣金線連的生育習性相似。筆者曾探討台灣金線連花朵壽命約為30天，但自交和異花授粉適期為花朵開放後第2-7天，此時授粉成功率可達80-86.7%；測定花粉活力也得到類似結果，培養花朵開放後7日內的花粉團粒，平均可萌生36.2-56.4條花粉管，如培養開花後第11-13日較老熟的花粉團粒，則萌生之花粉管數平均僅有8.9條(Shiau *et al.* 2002)。本試驗研究結果顯示，彩葉蘭適合自交授粉的期間為花朵開放後第0-17天，此時授粉結莢率皆可達100%(表1)，異花授粉的結莢率也與自花授粉者相似，如再進一步比較各時期的種胚萌芽率或花粉活力表現，不論自交或異花授粉，其最佳授粉期應為開花後第0-5天(表1和表2)。

曾有研究顯示，利用-79℃超低溫儲藏金釵石斛(*Dendrobium nobile*)與根節蘭(*Calanthe urcata*)的花粉塊或種子，可以長期維持其萌芽活力(Ito 1965)。如將嘉德利亞蘭(*Cattleya aurantiaca*)的果莢種子置入內含飽和氯化鈣水溶液(saturated solution of calcium chloride)的密封玻璃容器，經過幾天之後，容器內部的溫度和相對濕度分別維持在20℃和31%，此時種子含水量已降為5-6%，可在3.9-5℃的冰箱冷藏數年之久(Seaton 1994)。上述冷藏技術雖甚具參考價值，但材料處理方法稍嫌繁複且相關設備費用較

表 3. 彩葉蘭果莢冷藏處理(5±1℃)對萌芽率之影響
Table 3. Influence of capsule cold treatment (5±1℃) on seed germination of *Haemaria discolor* (Ker) Lindl.

Duration of 5±1℃ treatment (days)	Germination rate[z] (%)
0	47.4±5.0
7	46.0±6.8
14	41.2±6.5
21	41.1±7.2
28	40.6±5.8
35	33.5±5.2

[z] Data collected from seeds which were germinated for 60 days on solidied medium containing half-strength MS basal salt supplemented with 30g/l sucrose.

高，可能不適用於一般的栽培業者；本試驗以常見的塑膠封口袋放入彩葉蘭成熟果莢，並以濕潤紙巾維持袋內100%之相對濕度，置於冷藏溫度為5℃的普通冰箱中可以保存28天，在此一期限內用低溫處理的果莢種胚，經過培養後仍維持適當的萌芽率(表3、圖1D)，顯然已能達到適度延長果莢播種期限的目標，而且方法簡單易行，因此，上述各項的研究結果，對於增進彩葉蘭優良種苗繁殖效率或雜交品系選育工作之進行，應有良好的助益。

引用文獻

中華本草編輯委員會。1999。血葉蘭。p.737-738。中華本草第24卷第8冊。上海科學技術出版社。上海。

邱年永、張光雄。1995。石蠶蘭。p.277。原色台灣藥用植物圖鑑(3)。南天書局。台北市。

周玲勤、張喜寧。1999a。溫度與栽培介質對彩葉蘭生長之影響。中國園藝45(1):11-18。

周玲勤、張喜寧。1999b。彩葉蘭之無菌播種與實生苗生長。植物種苗1:57-67。

涂美智、李哖。1987。蝴蝶蘭授粉適期與果莢成熟度對種子發芽之影響。中國園藝33(3):190-200。

Arditti, J. 1992. Proteins and amino acids. p.193. *in*: Fundamentals of Orchid Biology. John Wiley ＆ Sons, Toronto, Canada.

Chang, C. N. and L. C. Chou. 2001. Seed germination of *Haemaria discolor* var. *dawsoniana* and the use of mycorrhizae. Symbiosis 30:29-40.

Graf, A. B. 1986. *Haemaria*. p.1013. *in*: TROPICA. Roehrs Company, East Rutherford, U.S.A.

Hawkes, A. D. 1970. Haemaria Ldl. p.238. *in*: Encyclopaedia of Cultivated Orchids. (Hawkes, A. D. ed.) Latimer Trend ＆ Co. Ltd., London, England.

Ito, I. 1965. Ultra-low temperature storage of orchid pollinia and seeds. Jpn. Orchid Soc. Bull. 11(2):4-15.

Jones, P. J. 1979. Terrarium culture of *Ludisa discolor* var. dawsoniana. Am. Orchid Soc. Bull. 48:1007-1009.

Lu, H. Y. 1997. Statistical methods in plant tissue culture. p.G1-G31. *in*: Proceeding of Symposium of Plant Tissue Culture and Seedling Propagation. (Tsay, H. S. ed.) ARI, Taichung, Taiwan.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15:473-497.

Seaton, P. 1994. Orchid seed and pollen storage. Am. Orchid Soc. Bull. 63:918-922.

Shiau, Y. J., A. P. Sagare, U. C. Chen, S. R. Yang, and H. S. Tsay. 2002. Conservation of *Anoectochilus formosanus* Hayata by artificial cross-pollination and *in vitro* culture of seeds. Bot. Bull. Acad. Sin. 43:123-130.

Teo, C. K. H. 1978. Clonal propagation of *Haemaria discolor* by tissue culture. Am. Orchid Soc. Bull. 47: 1028-1030.

Teuscher, H. 1978. Collector's item: *Erythrodes*, *Goodyera*, *Haemaria* and *Macodes* with *Anoectochilus*. Am. Orchid Soc. Bull. 47:121-129.

Withner, C. L. 1974. List of chromosome numbers in species of the Orchidaceae. p.444. *in*: The Orchids Scientific Studies. (Withner, C. L. ed.) John Wiley ＆ Sons, Toronto, Canada.

Effect of Pollination Stage and Cold Storage of Capsule on the Seed Germination of *Haemaria discolor* (Ker) Lindl.[1]

Yih-Juh Shiau[2], Chi-Ni Hsia[2,4] and Hsin-Sheng Tsay[3]

Summary

Shiau, Y. J., C. N. Hsia, and H. S. Tsay. 2004. Effect of pollination stage and cold storage of capsule on the seed germination of *Haemaria discolor* (Ker) Lindl. J. Agric. Res. China 53:193-200.

Haemaria discolor (Ker) Lindl. is cultivated for the purpose of ornamental and medicinal in Taiwan. We have optimized a method for artificial self-pollination of *H. discolor* and for proloning capsules storage life by using cold treatment in this study. The highest fruit set (100%) and embryo germination (44.6-45.6%) were obtained when the pollinia and ovules from flower stage of 0-5 DAF (days after flowering) used for pollination. The germination rate of massules from 3-5 DAF stage were 98.4%(82.6 pollen tubes/ massule) when culturing in the liquid medium containing 10% sucrose with 0.01% boric acid for 18hrs. Cold treatment on capsules at 5±1℃with 100% relative humidity was found effective to prolong seed longevity to 28 days.

Key words: *Haemaria discolor*, Orchidaceae, Pollination, Seed germination.

---

1. Contribution No.2203 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 30, 2004.
2. Respectively, Assistant Agronomist and Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Institute of Biotechnology, Chaoyang University of Technology, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: hsia@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23302806.

中華農業研究 (J. Agric. Res. China) 53:201~206 (2004)

台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異 [1]

謝光照 [2,3]

摘　要

謝光照。2004。台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異。中華農業研究 53:201-206。

以台南白 F_1 單交組合為材料，測量籽粒不同部位果皮厚度之變異，變方分析之結果，顯示玉米籽粒發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、冠蓋果皮厚度、側邊果皮厚度和整粒平均果皮厚度等性狀在不同基因型間均達極顯著差異。16 個 F_1 單交組合平均而言，以冠蓋果皮厚度最薄，其次為發芽面果皮厚度，再其次為非發芽面果皮厚度，最厚者為側邊果皮厚度。各部位果皮厚度間之相關係數均達極顯著相關。以 10 個自交系為材料評估籽粒果皮總表面積與不同部位果皮表面積百分率之變異，結果顯示玉米籽粒果皮總表面積、發芽面果皮表面積百分率、非發芽面果皮表面積百分率、冠蓋果皮表面積百分率、側邊果皮表面積百分率等性狀，在不同自交系間均達極顯著差異。由平均值可看出各部位果皮表面積以發芽面表面積比率最大，約佔 29.1%；非發芽面表面積比率次之，約佔 28.9%；再其次為側邊果皮表面積比率為 26.4%，最小者為冠蓋果皮表面積比率，約佔 15.6%。本試驗之結果顯示台南白玉米籽粒果皮厚度在不同基因型間存在極大之變異，具有改良的空間及潛力存在。

關鍵詞：台南白、果皮厚度、果皮表面積。

前　言

台南白為一天然授粉品種，具有籽實大、植株及果穗性狀變異性極大之特性(謝＆曾 1998)，在台灣一年四季皆有種植。由於種子係由農民自行留種及推廣，經由長期天然淘汰及農民有意或無意選種的結果，使得台南白成為適應性良好、病蟲害抗性強，且具有特殊的咀嚼感及風味，深受農民及消費者喜愛，故種源一直流傳於市場上。

成熟的玉米籽粒分為果皮、胚乳、胚和頂蓋四部份，其中果皮係由母本之子房壁發育而成，為籽粒最外層的保護組織，除了可防止胚受物理性及病原菌的傷害外，還可防止水分的散失與保護種子的生命力之功用。鮮食用玉米影響品質的主要因子有果皮的柔嫩度(tenderness)、甜度(sweetness)和喜好(flavor)等三項。而一般鮮食籽粒的柔嫩度與果皮的厚薄和含量有密切相關(Ito ＆ Brewbacker 1981)。

本研究目的則在瞭解由台南白族群所分離之自交系及其F_1雜交組合，其後裔籽粒不同部位果皮厚度之變異及其所佔表面積之大小，以作為台南白有關果皮改良之依據。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2204 號。接受日期：93 年 8 月 11 日。
2. 本所農藝組副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

材料與方法

本試驗所使用之自交系及其F_1單交組合皆由台南白族群分離及相互雜交而得，其詳細來源及農藝特性如表1所示。其中有16個F_1雜交組合，每一組合取10粒達生理成熟期扁平且充實飽滿之種子，作為測定不同部位果皮厚度之材料。而10個自交系則每一個取5粒扁平且充實飽滿之種子，作為測量不同部位果皮表面積之材料。

玉米籽粒果皮剝取之方法，參考Helm & Zuber (1970)之報告稍作修正，其剝取及測定方法如下：1.達生理成熟期之種子，烘乾後稱其籽粒重，然後存放10℃冷藏室內。2.剝皮時取出，先切下頂蓋(tip cap)，然後將種子在室溫下浸水二天使種子質地變軟後，再以解剖刀進行剝取果皮。首先沿著發芽面(vental，胚所在之面)切下發芽面之果皮，然後沿著非發芽面(dorsal)切下非發芽面之果皮，最後取下冠蓋(crown cap)及側邊(sides)之果皮。3.剝下之果皮放置於體積比為1水：3甘油醇(glycerol)溶液中，過夜。4.倒掉溶液，取出果皮，用吸水紙將果皮表面擦乾。5.利用厚薄計測量各部位果皮上中下各三點之厚度，以平均值(μm)記錄之。測果皮厚度時，每粒籽粒調查的性狀包含有：發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、冠蓋果皮厚度、側邊果皮厚度、整粒平均果皮厚度等五個性狀。測量籽粒各部位之表面積則包含籽粒總表面積(cm^2/kernel)、發芽面果皮表面積率百分、非發芽面果皮表面積百分率、冠蓋果皮表面積百分率、側邊果皮表面積百分率等五個性狀，其表面積以葉面積儀測之。試驗設計為完全逢機設計，以籽粒數為重複。所獲得之數據先以SAS/GLM進行變方分析及平均值顯著性比較，與性狀間相關係數之分析。

表 1. 台南白玉米自交系來源與其農藝特性
Table 1. The agronomic characteristics of original populations and inbred lines of Tainan-white maize

Inbred line	Original population	Days to tasseling (days)	Leaf number (No.)	Plant height (cm)	Ear length (cm)	100-kernel weight (g)	Kernel depth (mm)
A1	Taichung	61.5	15.6	165	13.1	28.4	11.6
A2	Taichung	69.3	15.9	130	9.5	37.8	10.2
A3	Taichung	59.5	15.7	132	12.7	34.6	12.3
A4	Taichung	60.0	15.5	130	12.0	36.5	10.1
A5	Taichung	59.0	14.2	134	11.7	25.1	12.1
A6	Taichung	59.3	16.2	174	13.7	38.5	12.4
A7	Taichung	59.3	15.1	140	10.7	45.6	10.1
A8	Taichung	60.5	15.3	145	11.0	37.8	10.0
A9	Taichung	64.3	16.9	161	14.6	36.3	11.8
A10	Taichung	60.5	16.0	151	11.3	38.2	10.7
A11	Taichung	61.0	16.2	155	12.1	38.5	10.2
B	Tainan	60.8	17.2	176	16.8	34.5	10.9
C	Yunlin	60.3	18.1	163	15.4	26.5	10.9
D	Taoyuan	60.8	14.3	160	14.0	33.0	10.8
E	Taitung	63.8	17.8	198	18.9	43.7	11.4
F	Chunghun	62.3	17.3	157	12.8	31.8	9.7
G	Pingtung	64.3	17.7	159	15.5	29.7	10.7
H	Hualien	66.3	18.9	155	12.6	26.5	9.6

結　　果

玉米籽粒不同部位果皮厚度之變異

16個F_1單交組合經變方分析之結果，顯示玉米籽粒發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、冠蓋果皮厚度、側邊果皮厚度及整粒平均果皮厚度在基因型間均達極顯著差異(表2)。

16個不同基因型玉米籽粒各部位果皮厚度之平均值，詳列於表2。由表中可看出，發芽面果皮厚度之變異介於63.8～129.9μm，以B×A6最薄，最厚者為D×C組合。非發芽面果皮厚度之變異介於68.9～149.8μm，以A5×F最薄，而D×C組合最厚。冠蓋果皮厚度之變異介於56.6～93.3μm，以A1×A2組合最薄，最厚者為D×C組合。側邊果皮厚度之變異介於78.2～200.6μm，最薄者A5×F組合，最厚者為D×C組合。整粒平均果皮厚度之變異介於70.4～143.4μm，以A5×F最薄，最厚者為D×C組合。由所有基因型之平均值，可看出台南白F_1單交組合各部位果皮厚度之變化趨勢，一般以冠蓋果皮厚度最薄，其次為發芽面厚度，再其次為非發芽面厚度，最厚者為側邊之果皮厚度。

籽粒各部位果皮厚度性狀間之相關係數列於表3，由表中可看出各部位間之相關均達極顯著正相關，表示不同基因型各部位果皮厚度之變化趨勢呈現密切的一致性存在。

玉米籽粒各部位果皮表面積百分率之變異

由台中台南白族群自交分離所獲得之自交系(A1、A2、A3、A4、A5、A7、A8、A9、A10、A11)進行玉米籽粒各部位果皮表面積之測量，所獲得之數據進行變方分析，結果顯示籽粒總表面積、發芽

表 2. 不同基因型玉米籽粒不同位置果皮厚度之比較(μm)
Table 2. Comparison(μm) of pericarp thickness at different positions on the maize kernel at genotypes

Genotypes	Vental	Dorsal	Crown	Sides	Average
A6×F	109.6	102.8	88.8	119.5	105.2
D×F	87.7	102.4	73.9	116.1	95.0
A3×A9	83.2	82.9	72.4	101.5	85.0
A1×A2	87.7	87.1	56.6	100.1	82.9
A1×A9	79.6	89.1	75.5	101.0	86.3
G×D	106.6	93.9	77.4	120.1	99.5
G×E	109.5	122.7	70.1	148.5	112.7
D×A2	102.1	122.8	84.8	126.2	109.0
A5×F	74.6	68.9	59.7	78.2	70.4
B×A6	63.8	84.8	61.5	92.5	75.7
B×A5	78.2	92.3	76.6	103.2	87.6
H×A6	69.0	73.0	75.3	87.9	76.3
D×C	129.9	149.8	93.3	200.6	143.4
B×A1	88.1	88.1	69.3	105.7	87.8
G×F	123.8	118.0	90.3	136.6	117.2
H×A5	95.1	84.3	82.4	99.6	90.4
$LSD_{0.05}$	14.4	13.0	17.1	15.5	11.2
$LSD_{0.01}$	19.1	17.2	22.6	18.2	14.8
Source of variation	585	620	448	1194	528
Genotype	3648**^{z}	4504**	1156**	8483**	4076**
Error	266	216	374	435	159

^{z} ** Significant at 0.01 probability.

面果皮表面積百分率、非發芽面果皮表面積百分率、冠蓋果皮表面積百分率和側邊果皮表面積之百分率在基因間均達顯著以上差異(表4)，表示籽粒總表面積與同一部位果皮表面積百分率的大小，在不同的基因型間有明顯的差異存在。

由平均值加以比較(表4)，顯示籽粒總表面積之變異介於2.448～3.366 cm^2/kernel，以A5最小，而A2及A4兩者表面積最大。發芽面果皮表面積百分率之變異介於26.7～31.2%，以A9最少，最大者為A5。非發芽面果皮表面積百分率之變異介於25.9～31.5%，以A10最少，最大者為A5。冠蓋部位之果皮表面積百分率之變異介於14.0～17.7%，以A5最少，而A10最大。側邊果皮表面積百分率之變異介於23.2～29.5%，以A5最少，最大者為A9。由籽粒各部位表面積百分率之平均值加以比較，顯示各部位表面積百分率，以發芽面和非發芽面所佔有之表面積百分率最大，分別為29.1%和28.9%。其次為側邊其果皮表面積之百分率為26.4%，最少者為冠蓋部位，約佔整粒籽粒表面積的15.6%。

討 論

玉米籽粒係由胚乳、胚、果皮及頂蓋所組成，果皮係成熟玉米籽粒最外層的保護組織，其厚薄程度對種子的保護作用及種子乾燥時水分的散失均有密切關係(Purdy & Crane 1967)。乾燥籽粒，其胚乳

表 3. 玉米籽粒各部位果皮厚度間之相關係數(N=16)
Table 3. Correlation coefficients of pericarp thickness at different positions of maize kernel (N=16)

Site	Vental	Dorsal	Crown	Sides
Dorsal	0.84**[z]			
Crown	0.72**	0.65**		
Sides	0.86**	0.96**	0.64**	
Average	0.93**	0.96**	0.73**	0.92**

[z] ** Significant at 0.01 probability.

表 4. 不同自交系玉米籽粒不同部位果皮表面積與百分率之比較
Table 4. Comparison of pericarp surface area and the percentage at different positions of kernel in 10 inbred lines

Genotype	Pericarp surface area (cm^2)	Vental (%)	Dorsal (%)	Crown (%)	Sides (%)
A1	2.644	30.2	28.9	15.3	25.5
A2	3.366	28.7	30.3	15.0	25.9
A3	3.216	28.6	29.4	15.4	26.8
A4	3.366	29.0	29.9	14.2	26.9
A5	2.448	31.2	31.5	14.0	23.2
A7	3.306	29.1	29.1	14.4	27.4
A8	3.198	27.6	27.8	17.0	27.5
A9	3.184	26.7	27.1	16.6	29.5
A10	3.174	28.9	25.9	17.7	27.4
A11	2.800	31.0	29.4	16.0	23.5
$LSD_{0.05}$	0.293	2.9	2.9	2.3	3.6
$LSD_{0.01}$	0.320	3.9	3.9	3.0	4.8
Source of variation	0.318	287.3	6.54	3.99	9.93
Genotype	0.518**[z]	9.79*	13.08**	7.63*	18.46*
Error	0.052	4.98	5.07	3.17	8.01

[z] *,** Significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

約佔整粒的82.9%，胚佔11.1%，果皮佔5.3%，頂蓋佔0.8%。而果皮的組成，大部分由纖維素和半纖維素所組成，約佔86.7%；澱粉佔7.3%；粗脂肪佔1.0%；蛋白質佔3.7%；粗灰分佔0.8%；糖分佔0.34% (Earle *et al.* 1946)。果皮的厚度及含量一般會影響鮮食用玉米的品質(Ito & Brewbaker 1981)，果皮厚時其柔嫩度會下降，咀嚼時口感粗糙，果皮殘渣多。玉米籽粒果皮厚度的測量與篩選是鮮食用玉米品質改良育種上不可缺少的關鍵工作，如此才能選出果皮較薄之基因型。台南白玉米籽粒各部位果皮厚度及面積之變化趨勢，以往未有較詳細的數據變化可供參考。

Brewbacker等學者(1996)的研究指出美國不同地區的地方品種間其種子果皮厚度有明顯的差異存在，同時果皮非發芽面之果皮厚度一般大於發芽面之厚度。而本試驗之結果也顯示台南白玉米不同的基因型其果皮的厚度有所不同，同時同一粒籽粒非發芽面果皮之厚度大於發芽面果皮之厚度。另研究之結果亦顯示，單一籽粒果皮厚度之變化趨勢，呈現以冠蓋部位最薄，其次依發芽面、非發芽面之次序增厚，最厚者為側邊部位之果皮。此結果與Wolf等學者(1952)認為同一籽粒不同部位其果皮的厚度不一致之結果相符。可能是由於胚乳成長過程中不同的擴展程度決定的，較大的膨脹導致較薄的果皮(Tracy & Schmidt 1987)。

不同的自交系其籽粒的大小有所不同，故其果皮之總表面積也有所差異，平均而言，扁平籽粒各部位果皮所佔有之表面積百分率，以冠蓋部位最少，次多者為側邊部位，而發芽面和非發芽面則佔有較大之表面積。

整體而言，台南白玉米籽粒冠蓋部位之果皮厚度一般最薄，相對的所佔有的表面積百分率也最小，約為15.6%；側邊部位之果皮厚度最厚，其所佔有的表面積百分率為26.4%；而發芽面與非發芽面部位果皮厚度之表現則介於冠蓋與側邊之間，但其佔有較大的表面積百分率。由相關分析顯示發芽面之果皮厚度和非發芽面之果皮厚度與整粒平均果皮厚度較為相近且其相關性最高，故可作為台南白果皮厚度測量之依據面，如此可節省大量的人力，且不影響厚度評估的準確性。本試驗之結果顯示台南白玉米籽粒果皮厚度在不同基因型間存在極大之變異，具有改良的空間及潛力存在。

引用文獻

謝光照、曾富生。1998。台灣不同地區台南白玉米族群性狀之變異。中華農業研究 47:204-219。

Brewbacker, J. L., L. B. Larish, and G. H. Zan. 1996. Pericarp thickness of the indigenous American races of maize. Maydica 41:105-111.

Earle, F. R., J. J. Curtis, and J. E. Hubbard. 1946. Composition of the component of the corn kernel. Cereal Chem. 44:601-606.

Helm, J. L. and M. S. Zuber. 1970. Effect of harvest date on pericarp thickness in dent corn. Can. J. Plant Sci. 50:411-413.

Ito, G. M. and J. L. Brewbaker. 1981. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. J. Am. Soc. Hort. Sci. 106:496-499.

Purdy, J. L. and P. L. Crane. 1967. Influence of pericarp thickness on differential drying rate in "mature" corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 7:379-381.

Tracy, W. F. and D. H. Schmidt. 1987. Effect of endosperm type on pericarp thickness in sweet corn inbred. Crop Sci. 27:692-694.

Wolf, M. J., C. L. Buzan, M. M. MacMasters, and C. F. Rist. 1952. Structure of the mature corn kernel. Ⅱ. Microscopic structure of pericarp, seed coat, and hilar layer of dent corn. Cereal Chem. 29:334-348.

Thickness and Surface Area Variations of Tainan-white Maize Pericarp [1]

Guang-Jauh Shieh [2,3]

Summary

Shieh, G. J. 2004. Thickness and surface area variations of Tainan-white maize pericarp. J. Agric. Res. China 53:201-206.

The offspring seed of inbred lines and F_1 hybrid pooled from inbred lines derived from Tainan-white population planted at Wufeng were used to study the variation of pericarp characters. The results showed that significant differences in the thickness of vental, dorsal, crown, sides, and mean of whole kernel of pericarp were observed among genotypes. Crown part has the most thinner pericarp, followed by the vental and dorsal, and the kernel sides have most thicker pericarp thickness in Tainan-white maize kernel. Significantly positive correlations among pericarp thickness of different positions were observed. Vental thickness could be used as a major evaluation trait in the maize kernel pericarp improvement program. The pericarp surface area percentage of vental, dorsal, crown, and sides also showed significant difference among the inbred lines. Vental and dorsal parts have larger surface area, followed with the sides, the crown part has the smallest pericarp surface area. Our results suggest that large variations are present in the pericarp thickness of Tainan-white maize kernel providing the potential for improvement.

Key words: Tainan-white maize, Pericarp thickneness, Pericarp surface area.

---

1. Contribution No.2204 from Agricultural Research Institude, Council of Agriculture. Accepted: August 11, 2004.
2. Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding auther, e-mail: x486045@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23302806.

中華農業研究 (J. Agric. Res. China) 53:207~216(2004)

台灣芭蕉(*Musa formosana*)形態特性之調查與分析 [1]

邱輝龍 [2,5]　許圳塗 [3]　張祖亮 [3]　李倩雲 [4]　范明仁 [2]

摘　　要

邱輝龍、許圳塗、張祖亮、李倩雲、范明仁。2004。台灣芭蕉(*Musa formosana*)形態特性之調查與分析。中華農業研究 53:207-216。

台灣芭蕉在 1917 年被報導為台灣特有的野生香蕉，為建立詳實之特性資料，透過大規模從台灣本島各地所採集的材料，進行其特性調查與分析。台灣芭蕉的主要形態特徵為：吸芽由匍匐莖發育而成，新抽出葉之葉背與中肋有紫紅色條紋。大部分的花穗在花序尚未完全自假莖頂端抽出時即開花授粉。花序基部為雙性花，授粉後發育為果實，中段為中性花，前端為雄性花。花序初始離地生長，繼而水平，終於向地，但果實仍維持水平。雄花苞苞片為淺黃色披覆不同面積的紫紅色斑點。果實成熟時，果皮淺綠色同時也披有不同面積的紫紅色斑點，後熟後則轉為土黃色。種子黑褐色，呈不規則扁平狀。平均而言，株高為 1.9m，假莖圓周長為 0.28m，葉長寬比為 3.29，葉柄長為 0.31m；每果串有 5 果手，每果手有 9 果指，果實長寬比為 0.83，果柄長為 3.3cm，果指重 24.56g，種子百粒重為 3.91g，寬高比為 1.9。

關鍵詞：台灣芭蕉、特有種、野生種香蕉、雙性花。

前　　言

栽培作物的野生種及其近緣種在作物品種改良上具有重大的貢獻(Harlan 1976；Peterson 1975；Stalker 1980)，而本土性的作物野生種更具有其優勢。但隨著經濟的發展與人口的增加，台灣的山坡地開發頻繁，許多野生種原的棲息地已遭破壞，益顯野生種原保育的重要性(嚴 1995)。台灣芭蕉(*Musa formosana* [Warb.] Hayata)是台灣特有的野生種香蕉作物 (應 1985；Kao & Lai 1976；Ying 2000)，分佈範圍幾乎涵蓋全島，深受雨量與溫度影響。北部山區分布密集；南部多分佈在河流沿岸和集水區；東部則只生長於較平緩的山坡和山谷間，而海拔與人類開發程度也是它分佈的限制因子(廖 1992)。完整且正確的種原特性資料可容易且快速用來區別不同的表現型 (phenotype) (IPGRI-INIBAP/CIRAD

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2205 號。接受日期：93 年 11 月 23 日。
2. 本所作物種原組助理研究員與研究員兼組長。臺灣　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學園藝學研究所博士候選人、教授與副教授。臺北市。
4. 財團法人臺灣香蕉研究所副研究員。臺灣　屏東縣 九如鄉。
5. 通訊作者，電子郵件：chl@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23331720。

1996)，是搜尋與交換種原材料之基礎(Rogers *et al.* 1975)，也是保護本土性遺傳資源的重要依據。雖然台灣植物誌對台灣芭蕉已有植物學上的描述(Kao＆Lai 1976；Ying 2000)，種原特性的描述則僅限於少數族群(廖 1992)，本研究乃透過大規模從台灣本島各地所採集的台灣芭蕉為材料，進行其種原特性調查與分析，以建立詳實的台灣芭蕉種原特性資料。

材料與方法

本試驗之材料共 140 份台灣芭蕉營養繁殖株，為 1998 至 2002 年間採自台灣本島海拔 200 至 1200 公尺山坡地，取回後定植於台中縣霧峰鄉農業試驗所作物種原保存圃。

依據 1984 年國際植物遺傳資源研究所(International Board for Plant Genetic Resources, IBPGR)出版之香蕉性狀描述簿(Revised Banana Descriptors)，於 3 月至 10 月調查與描述 140 份材料之質量性狀特性，數量性狀則依下列方法測量：1.假莖(pseudostem)高度指將抽花苞之植株從地面至花苞抽出處之高度；2.假莖周長(circumference)指測量將抽花苞之植株離地面 50 cm 處之假莖圓周長；3.葉片(lamina)長指葉片基部至先端之長度；4.而葉片寬指葉片最寬的部份的長度；5.葉柄(petiole)長是指葉片基部至葉鞘之長度。果實性狀的調查乃俟試驗材料於保存圃內自然開花果實成熟後進行：6.果指長指不包括果梗之果指長度；7.果指周長測量果指最寬的圓周長；8.果指重指不包括果梗重之果指重量。9.種子大小是指種子最寬的橫徑與種臍至種脊的長度；10.種子百粒重為每一果房(bunch)依其不同果手，分別清洗種子，俟其陰乾後，秤取其 100 粒之重量，四重複。以上調查所得資料利用 SAS 軟體(Version 8.2)進行統計分析。

香蕉花粉發芽培養基係參考 Kwack (1965)之配方：H_3BO_3 (100 ppm)，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (200 ppm)，Ca $(NO_3) \cdot 4H_2O$ (300 ppm)，KNO_3 (100 ppm)，Sucrose (10%)，agar (1%)。在早上 8:30 至 10:30 採集花序基部小花花粉，逢機混合後均勻撒佈於含有已冷卻凝固培養基之單孔載玻片上，然後將玻片放入裝有濕濾紙以保持其濕度的培養皿中，於 28℃黑暗培養 4 小時，再於解剖顯微鏡(Nikon UFX-II, Japan)下觀察。另外將花粉均勻撒佈於載玻片上，滴上 *p*-phenylenediamine 染色約 5-10 分鐘(Rodriguez-Riano and Dafni 2000)，同樣再於解剖顯微鏡觀察。總計觀察 36 份基部小花花粉，每份重複 3 次，每次計數 100 個花粉，花粉管之長度超過花粉直徑 2 倍以上則算發芽，花粉染為深紫色才算有活力。

結　　果

台灣芭蕉的營養生長特性

台灣芭蕉的營養生長特性如表 1，其假莖呈圓形(圖 1A)，由許多集中且重疊的葉鞘所組成，葉鞘綠色，帶有棕色斑點，高約 1.5-3.0 m，圓周長約 0.28 m，中四分位距(Inter-Quartile Range, IQR) 為 0.24-0.32m (表 2)。吸芽(sucker)由匍匐莖(stoloniferous)發育而成(圖 1B)，新抽出葉之葉背有紫紅色條紋(streak)，中肋亦呈紫紅色(圖 1C)。

葉片螺旋排列於假莖，呈長橢圓形(oblong)，其先端為鈍形(obtuse)，而其葉基部為圓形，全緣。葉長平均 1.05 m，中四分位距為 0.92-1.2m，葉寬平均 0.32 m，中四分位距為 0.27-0.37m，長寬比為 3.29。葉脈為平行側脈，中肋兩側之葉片大小相等。成熟葉面與葉背均呈綠色，嫩葉則呈淺黃色(圖 1A)。

表 1. 台灣芭蕉之質量性狀特性
Table 1. Characterization of qualitative traits of *Musa formosana* based on 'Revised banana descriptor' (IBPGR, 1984)

Trait	Characterization
Vegetative trait	
Color of pseudostem	Green
Red or purple pigmentation on pseudostem	No
Pseudostem blotching	Moderate
Waxiness of pseudostem	None
Suckering	Stoloniferous
Color of foliage	Green
Red or purple pigmentation on foliage	Moderate on lower midrib and epidermis of young furling and expanding foliage
Waxiness of foliage	None
Petiole base	Spreading
Petiole margins	Erect
Bases of lamina halves	Equal
Shape of lamina base	Round
Reproductive trait	
I. Inflorescence	
Angle of female inflorescence axis	Horizontal
Sex of basal flowers	Hermaphrodite
Arrangement of basal flowers	Biseriate
Imbrication of male bud	Old bracts overlap at apex of bud
Behavior of male bracts	Revolute after opening
Color of male bracts	Green to yellow with purple-pink streak
Texture of male bracts	Dull-corrugated
Color of compound tepal of male flower	Slight yellow
Angle of male inflorescence axis	Pendulous
Bract scars on male axis	Not prominent
Shape of male bud	Ovoid
Apex of male bud	Obstue
Waxiness of male bracts	Slight
Arrangement of male flowers	Biseriate
Tepal size on male flowers	Free tepal half as long as compound tepal
II. Fruit and seed	
Bunch position	Horizontal
Fruit position	Parallel to the stalk
Fruit apex	Blunt
Arrangement of ovules in loculus	Two-rowed
Shape of fruit cross-section	Strongly angular, ribbed
Color of immature fruit skin	Pale green /Pale green with purple-pink streak
Texture of immature fruit skin	Glabrous/ Glaucous
Dehiscence of ripe fruit	Variably dehiscence
Color of ripe fruit skin	Deep yellow
Seed shape	Flattened to angular

表 2. 台灣芭蕉之數量性狀特性

Table 2. Characterization of quantitative traits of *Musa formosana* based on 'Revised banana descriptor' (IBPGR, 1984)

Trait	No. of observation	Mean	Range^z
Vegetative trait			
Pseudostem height	140	1.9 m	1.5-3.0 m
Pseudostem circumference	282	0.28 m	0.24-0.32 m^z
Lamina length	232	1.05 m	0.92-1.2 m^z
Lamina width	232	0.32 m	0.27-0.37 m^z
Petiole length	232	0.31 m	0.27-0.35 m^z
Reproductive trait			
No. of hand per bunch	26	5	3-11
No. of fruit per hand	127	9	8-12
Fruit length	1042	7.03 cm	6.0-8.0 cm^z
Fruit pedicel length	675	3.30 cm	1.9-4.0 cm^z
Fruit circumference	1042	8.45 cm	8.0-9.4 cm^z
Fruit weigh	1042	24.56 g	16.65-31.03 g^z
Days to seed harvest	30	159 day	127-185 day^z
Seed size(width/height)	775	5.50/2.90 mm	5.10-5.84/2.66-3.09 mm^z

^{z} Inter-quartile range (IQR): the range between first quartile (Q_1) and third quartile (Q_3).

表 3. 台灣芭蕉種子百粒重

Table 3. Weight of hundred seeds of *Musa formosana*

Item	No. of observation	Weight (g/100 seeds)	
		Mean	Inter-quartile range^z
Pooled	332	3.91	3.53-4.45
No bagging	253	3.85	3.30-4.25
Bagging	79	4.13	3.61-4.62

^{z} Inter-quartile range (IQR): the range between first quartile (Q_1) and third quartile (Q_3).

葉柄為葉鞘與中肋的過渡區域，平均長 0.31 m，鞘狀，外緣直立(圖 1D)，大部分的體積由放射狀排列的氣室所充塞(圖 1D)。

台灣芭蕉的生殖生長特性

花序：台灣芭蕉花序屬穗狀花序(spike)(圖 1N)，通常自假莖頂端抽出(圖 1E)，但若遇不良環境亦會衝破假莖抽出。通常約在第 5-6 片苞片出現第一個花穗，大部分的花穗在花序尚未完全自假莖頂端抽出時即開花授粉(圖 1H)，此時花序與果實先端朝上，隨著花序持續抽出，花性轉變時，花序與果實先端則呈水平，俟花序完全抽出，果實先端仍維持水平(ageotropic)，惟花序先端(雄花苞)則向地(positively geotropic)生長(圖 1N)。花序苞片相互緊密包疊，使得花穗包覆在苞片內得以受到保護，顏色大部分為淺黃色，且披覆紫紅色條紋(圖 1E)。授粉後苞片先端依序朝外展開但未捲曲，隨著花序持

圖 1. 說明見下頁。

圖 1. 台灣芭蕉之形態性狀(A.植株外觀；B.匍匐莖發育而成的吸芽；C.幼苗新生葉的葉背及中肋有紫紅色條紋；D.直立的葉柄外緣，葉柄由氣室所充塞；E.花序之生長；F.花器構造；G.花序基部小花；H.花序基部綻放的小花；I.基部小花花粉發芽情形；J, K, L ,M. 雄花苞苞片顏色的多樣性；N, O.果皮顏色的多樣性；P.排列鬆散的果房；Q.完熟的果實；R.子房需授粉，果實才能正常發育；S.種子)。

Fig. 1. Morphological characteristics of *Musa formosana* (A.Plant appearance; B.Stoloniferous sucker; C.Purple-red streaks in the lower midrib and epidermis of young furling and expanding leaves; D.Erected margins and air spaces of petiole; E. Developing inflorescence; F.Flower structure; G.Single base flower; H.Anthesis of base flowers; I.Pollen germination from base flowers; J, K, L, M.The color diversity of male buds; N, O.The color diversity of fruit skin; P.Less compact bunch appearance; Q.Ripe fruit; R.Undeveloped fruits resulted in excised female flowers; S.Seeds).

續生長，苞片開始反捲，並隨著子房發育而脫落(圖 1E)。自始花至種子收穫全年度平均需 159 天，中四分位距為 127-185 天(表 2)。

花序基部每穗約有 10-12 朵小花，雙列排列(biseriate)且結節成束(nodal cluster)，著生在花軸上橫向之突起組織，外覆苞片。每束代表一個短縮的蝎尾狀聚繖花序(condensed cincinus)。每朵小花均為子房下位(epigynous) (圖 1E)，花被(sepal)包含乳白色(creamy)的游離瓣(free tepal)與淺黃色的複合瓣(compound tepal) (圖 1F)，複合瓣三齒裂，游離瓣凹內可藏花蜜，長度為複合瓣者的二分之一。雄蕊五枚，花絲等長，花藥底生(basifixed)於乳白扁平的花絲上，內向(introrse anther) 。花藥於成熟時縱裂釋放出圓球狀透明有效的花粉粒(圖 1H)。雌蕊一本，柱頭肥大如拳狀，五淺裂，淺黃色，與花藥等高(圖 1G)，授粉後轉為褐色。花柱棒狀，乳白色。子房四稜柱狀，膨大如指，淺黃綠色，約為全花長之二分之一，三心室(trilocular)，每心室二列中軸胎座(axile placentation)，每列胎座亦著附二列胚珠 。子房頂端會分泌蜜汁，集結於花被內側，吸引蜜蜂採蜜。

花序近中段為中性花，雌雄蕊正常，雄蕊釋放有效的花粉，惟子房無法持續發育而脫落。花序的最前端為雄花苞，卵形(ovoid) (圖 1J, 1K, 1L, 1M)。雄性花，雌蕊退化，花藥囊充滿有效的花粉粒，子房明顯較基部兩性花為小，包覆於雄花苞苞片內。最外層之雄花苞苞片先端覆蓋其餘的苞片，顏色大部分為淺黃色著有不同面積的紫紅色斑點，但也存在綠色或黃綠色完全不披覆紫紅色斑點的苞片(圖 1J, 1K)，有皺摺(dull-corrugated)，輕微臘質化。苞片展開後反捲，完全脫落後，下一片苞片才會展開，花軸上會殘留苞片痕(scar) (圖 1K, 1M)。

每個花序平均留有 5 個果手，最多可達 11 個果手，最少僅 3 個果手。每個果手平均 9 個果指，最少者為 8 個果指，最多則可達 12 個果指(表 2)。

花序基部之花性：為瞭解台灣芭蕉花序基部的花性，於花苞伸出假莖但尚未開花時即行套袋，觀察其果實與種子的發育情形，並檢定第 1~3 果手花粉之活力。調查 12 穗花苞的結果指出，套袋花序之子房能正常發育為果實，且果手數、果指數與果指重均與未套袋者相近，種子亦能正常發芽。以發芽法(Kwack 1965)與染色法(Rodriguez-Riano and Dafni 2000) (圖 1I) 檢定 36 份基部小花花粉之活力的結果亦指出，台灣芭蕉第 1~3 果手 85% 以上的花粉能發芽且染色很深，若於套袋前先行去除雌雄蕊，則子房無法發育為果實(圖 1R)，顯示台灣芭蕉的基部花為雙性花(hermaphrodite)。

果實與種子：台灣芭蕉的果實弓形紡綞狀帶有 4 稜，由花序基部授粉過的子房所發育，未授粉者無法發育。花被、花柱與雄蕊均隨著子房的發育而逐漸萎凋。未熟果果皮亮綠色(glabrous)或灰綠色(glaucous)。亮綠色果皮通常披覆著紫紅色斑點，且斑點面積隨果實的持續發育而逐漸增加，甚至全部披覆(圖 1N)。灰綠色果皮則完全無斑點披覆(圖 1O)。成熟時種子充塞於果肉間，後熟時果皮轉為土黃色(圖 1Q)。果柄(pedicellate)短，平均 3.3 cm，中四分位距為 1.9-4.0cm (表 2)，果型中等(果指長與果指徑比為 0.83)，果實先端鈍形(blunt)，偶爾有裂果(縱裂)發生。

種子扁平帶有不規則稜角(flatten to angular)，黑褐色(圖 1S)，平均直徑長 5.5 mm，中四分位距為 5.10-5.84mm，平均高度 2.9 mm，中四分位距為 2.66-3.09mm，直徑長與高度比為 1.9。胚乳白色，胚透明。種子播種後，最快 1 周內即可發芽，亦有播種後半年始發芽者。

平均百粒重約為 3.91 g，中四分位距為 3.53-4.45g (表 2)，重者可達到 7.68 g，輕者則為 2.59 g。套袋之種子平均百粒重略重於無套袋者(表 3)。

討　論

嚴謹與詳實的基本資料與特性資料是搜尋、交換與利用種原材料之基礎，因此種原材料特性之描述與評估一直都是世界各地遺傳資源中心(genetic resources center, GRC)最主要且最繁重的工作之一(Nakagahra 1994；Rogers *et al.* 1975)。國際植物遺傳資源研究所(International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI)也陸續出版多種作物之性狀描述簿，供種原工作人員參考使用。芭蕉屬作物之性狀描述簿在 1984 出版(IBPGR 1984)，1996 年則有更新版(IPGRI-INIBAP/CIRAD 1996)。

台灣芭蕉是分布在台灣全島海拔 200 多公尺以上之坡地或山區的野生種香蕉作物。依據 Simmonds (1962)的觀察，大部分野生種香蕉作物為單性花，因此自交與兄妹間授粉(sib-pollination)常發生，異交的情形也可能發生。但一些野生種香蕉作物則具有兩性花及雄性花，為一種傾向於結種子形成純系的機制。這些材料曾出現於大洋洲、昆士蘭與新幾內亞 (Pacific, Queensland and New Guinea) 的 *M. acuminata* subsp. *banksii*，菲律賓的 *M. acuminata*，新幾內亞的 *M. ingens* 與 *M. schizocarpa* 及阿薩姆(Assam) 的 *M. velutina* 與 *M. sanguinea*，出現地點均在芭蕉屬作物變異中心的外緣。基於此，從台灣芭蕉花序基部小花構造之觀察、花粉的發芽試驗與套袋的觀察結果，且台灣位於芭蕉屬作物遺傳多樣化中心的外緣，推論台灣芭蕉之基部花應為兩性花。

調查目前所蒐集到的材料之形態性狀，僅雄花苞苞片顏色及果皮顏色性狀具有多樣性，依此性狀可將台灣野生香蕉族群區分為兩群，一群為雄花苞苞片淺黃色披有不同面積紫紅色斑點與白綠色果皮著有不同面積紫紅色斑點(PR 群)，此群數目多，分佈全島；另一群則為淺黃色或淺綠色雄花苞片與白綠色果皮，均不著有紫紅色斑點(YG 群)，這群數目相當少，僅在北部山區幾處採集到。根據台灣植物誌第二版(Ying 2000)的描述，台灣芭蕉的雄花苞苞片與成熟的果皮顏色均為紫紅色，因此所蒐集的材料中之 PR 群應為台灣芭蕉。至於 YG 群是否由 PR 群分化而來，或是較原始的族群，需進一步的探討，惟目前可以雄花苞苞片與成熟果皮的顏色來區分此二族群。

另外，大部分的 PR 群果實緊密排列，與果柄平行生長，然最近在新竹五峰鄉及屏東牡丹鄉野外找到同為 PR 群但果實排列較鬆散，45° 向上彎曲生長的單株(圖 1P)，至於可否依此特性再分群則需更多的資料來支持。

若進一步比較台灣芭蕉與正蕉節(*Eumusa* section)野生香蕉19個種與亞種的形態性狀，顯示僅 *M. acuminata* ssp. *banksii* (Daniells *et al.* 2001；Sharrock 1990；Simmonds 1962；Tezenas du Montcel 1990)、*M. a.* ssp. *errans* (Allen 1965；Valmayor 2001)與*M. a.* ssp. *malaccensis* var. ‘Musa flava’ (Tezenas du Montcel 1990) 和台灣芭蕉花序基部同為兩性花者且雄花苞苞片顏色為黃綠色(表4)，然卻無任何一個種或亞種的雄花苞苞片與果皮顏色披有紫紅色條紋。應(1985)指出台灣芭蕉與日本琉球之*M. basjoo* 的差異僅在於雄花苞苞片顏色、果皮顏色與種子形狀與顏色等性狀，其餘性狀皆類似，因此認為應將台灣芭蕉重新歸類於*M. basjoo* 的一個變種，*M. basjoo* var. *formosana*。Liu等人(2002)指出*M. basjoo* 原生於中國四川，且由本研究的結果指出兩者的差異還包括花序基部花性(表4)。由以上的資料顯示，台灣芭蕉的適當分類地位仍需更多的細胞學、育種學或分子層次方面的資料來釐清。

表 4. 四種野生種香蕉作物(*Musa formosana*、*M. basjoo*、*M. acuminata* spp. *banksii* 與 *M. acuminata* spp. *errans*)主要性狀之差異

Table 4. The major difference among *Musa formosana*, *M. basjoo*, *M. acuminata* spp. *banksii*, and *M. acuminata* spp. *errans*

Traits	*Musa formosana*[z]	*M. basjoo*[y]	*M. acuminata* spp. *banksii*[x]	*M. acuminata* spp. *errans*[w]
Sex of basal flowers	Hermaphrodite	Female	Hermaphrodite	Hermaphrodite
Color of male buds	Pale yellow with purple-red streak/ Pale yellow	Yellow/Yellow-brown	Yellow/Green	Green
Bunch position	Horizontal	Horizontal	Hanging vertically/Horizontal/Hanging at a 45° angle	Hanging vertically/Hori-zontal/Hanging at a 45° angle
Fruit position	Parallel to the stalk	Perpendicular to the stalk	Curved upward at a 45° angle/Perpendicular to the stalk	Geotropic curvature
Color of mature fruit	Green with purple-red streak	Yellow	Bright yellow /Orange	Yellow-green
Seed shape	Flattened to angular	Angular (more or less pyramidal)	Angular (more or less pyramidal) / Globular(spherical)	Irregularly angular, strongly Flattened

[z] Original data and from Ying (1985).

[y] From Daniells et al. (2001).

[x] From Daniells et al. (2001) and Tezenas du Montcel (1990).

[w] From Allen (1965) and Valmayor (2001).

引用文獻

廖明章。1992。香蕉種原及本省原生蕉的 SkDH 和 PGD 等同功異構酵素之電泳型分析。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。70pp.。

應紹舜。1985。台灣植物雜報(I)。國立台灣大學農學院研究報告 25(2):98-106。

嚴新富。1995。重要園藝作物台灣野生近緣種之研究。國立台灣大學園藝學研究所博士論文。474pp.。

Allen, P. H. 1965. Annotated index of Philippine Musaceae. Philipp. Agric. 49:320-411.

Argent, G. C. G. 1976. The wild bananas of Papua New Guinea. Notes R. Bot. Gard. Edinb. 35:77-114.

Cheesman, E. E. 1948. The classification of the bananas. Kew Bull. 2:145-153.

Daniells, J., C. Jenny, D. Karamura, and K. Tomekpe. 2001. *Musa*logue: a Catalogue of *Musa* Germplasm-Diversity in the Genus *Musa.* International Network for the Improvement of Banana and Plantain Press, Montpellier, France. 213 pp.

Harlan, J. R. 1976. Genetic resources in wild relatives of crops. Crop Sci. 16:329-333.

IBPGR. 1984. Revised Banana Descriptors. International Board for Plant Genetic Resources Press, Rome, Italy. 31 pp.

IPGRI-INIBAP/CIRAD. 1996. Descriptors for Banana (*Musa* spp.). International Plant Genetic Resources Institute Press, Rome, Italy. 55 pp.

Kao, M. T. and M. J. Lai. 1976. Musaceae. p.827-830. *in*: Flora of Taiwan, 1st edition. (Li *et al*., eds.) Epoch Publish Co. Press, Taipei, Taiwan.

Kwack, B. H. 1965. The effect of calcium on pollen germination. Am. Soc. Hort. Sci. 86: 818-823.

Liu, A. Z., D. Z. Li, and X. W. Li. 2002. Taxonomic notes on wild banana (*Musa*) from China. Bot. Bull. Acad. Sin. 43:77-81.

Nakagahra, M. 1994. Operations and management of the national plant germplasm system in Japan. p.17-28. *in*: Plant Germplasm Conservation: Perspectives for the 2000s. (Tu, C. C., T. T. Chang, M. J. Fan, and J. Y. Wang, eds.) Taiwan Agricultural Research Institute Press, Taiwan, ROC.

Peterson, C. E. 1975. Plant introductions in the improvement of vegetable cultivars. Hort. Sci. 10:575-579.

Rodriguez-Riano, T. and A. Dafni. 2000. A new procedure to asses pollen viability. Sex. Plant Reprod. 12: 241-244.

Rogers, D. J., B. Snoad, and L. Seidewitz. 1975. Documentation for genetic resources centers. p.399-405. *in*: Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow (Frankel, O. H. and J. G. Hawkes, eds.). Cambridge University Press, London.

SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 8.2 ed. SAS Institute Inc. Press, Cary, NC. 943 pp.

Sharrock, S. 1990. Collecting *Musa* in Papua New Guinea. p.140-157. *in*: Proceedings of the workshop on Identification of Genetic Diversity in Genus *Musa*. Los Banos, Philippines.

Simmonds, N. W. 1962. The evolution of the bananas. Longmans Press, UK. 170 pp.

Stalker, H. T. 1980. Utilization of wild species for crop improvement. Adv. Agron. 33:111-147.

Tezenas du Montcel, H. 1990. *M. acuminata* subspecies *banksii*: Status and diversity. p.211-218. *in*: Proceedings of the workshop on Identification of Genetic Diversity in Genus *Musa*. Los Banos, Philippines.

Valmayor, R. V. 2001. Classification and Characterization of New *Musa* sp. and spp. Philipp. Agric. 84:325-331.

Ying, S. S. 2000. Musaceae. p.704-706. *in*: Flora of Taiwan, 2nd edition. (Huang *et al*., eds.) National Taiwan University Press, Taipei, Taiwan.

Morphological Characterization of *Musa formosana*[1]

Huei-Long Chiu[2,3,5], Chou-Tou Shii[3], Tsu-Liang Chang[3],
Sin-Wan Lee[4] and Ming-Jen Fan[2]

Summary

Chiu, H. L., C. T. Shii, T. L. Chang, S. W. Lee, and M. J. Fan. 2004. Morphological characterization of *Musa formosana.* J. Agric. Res. China 53:207-216.

Musa formosana is a native wild banana in Taiwan. In order to document characteristic data, detailed characterizations of 140 clones of *M. formosana* which were collected from the whole Taiwan islands were described. *M. formosana* has stoloniferous sucker, red-purple streak in the lower epidermis blades and the vein at 7-10th leaf; basal nodes bear hermaphroditic flowers which yield fruits, the bracts of male buds are yellow-green blotch red-purple streak; the fruits are ageotropic with red-purple skin when mature, but turn deep-yellow after ripen. Seeds are black-brown and flattened to angular. On average, the pseodustem height is 1.9m, pseudostem circumference is 0.28m, ratio of leaf length and width is 3.29, petiole length is 0.31m; 5 hands per bunch, 9 fingers per hand, ratio of fruit length and circumference is 0.83, fruit pedicel length is 3.3cm, fruit weight is 24.56g, 100 seeds weight is 3.91g, and ratio of seed width and height is 1.9.

Key words: *Musa formosana*, Native species, Wild banana, Hermaphrodite.

---

1. Contribution No.2205 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: November 23, 2004.
2. Assistant Researcher, Research Fellow and Head, respectively, Plant Germplasm Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Doctoral degree candidate, professor, and associate professor, respectively, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.
4. Associate Researcher, Taiwan Banana Research Institute, Pingtung, Taiwan, ROC.
5. Corresponding author, e-mail: chl@wufeng.tari.gov.tw；Fax: (04)23331720.

中華農業研究稿約

一、本刊為行政院農業委員會農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究稿件：

論　　說：由本所邀請專家撰寫。

研究報告：關於農業科學未曾發表之研究報告，按題目、作者、摘要、前言、材料與方法、結果、討論、結論(可略去)、誌謝(可略去)、引用文獻等依序撰寫，圖與表附於其後，全文以不超過十印刷頁為原則。

研究簡報：關於農業科學未曾發表之簡短原始研究報告，不需分章節撰寫，但需附中英文摘要，全文以不超過四印刷頁為原則。

二、稿件應以中文或英文撰寫。來稿請送原稿一份及影印稿二份(內各附照片原圖，繪製圖版可附原圖與影印圖片二份)。文稿以 A4 大小之白色紙張(長 29.6 公分，寬 21 公分)，空一行(double space)打字，左邊對齊，上下應預留 3 公分，左右 2 公分空間，並自第二頁起在右下角以阿拉伯數字註明頁數。英文撰寫時，左邊對齊、字距一格，句距二格，以 Times New Roman 字體打字，以便審查。審查接受之稿件，隨文請附文稿內容磁片或電子檔案，以利電腦排版等作業。

三、稿件格式：

題　　目：宜簡短，能充分反應文旨，並附簡題(Running title)。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫。題目附小註，說明研究報告編號。

作　　者：作者姓名置中，中文名字間空一格；英文姓名則名在前姓氏在後，作者二人或二人以上時，以“，”相隔，最後一人前加“and”字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chen。每一作者需附小註，以說明所屬機關單位，通訊作者須附電子郵件信箱與傳真機號碼。題目與作者同置第一頁。

摘　　要：不分段落、宜簡潔明確。摘要之前應加作者、年代、題目、期刊、卷期及頁數，摘要之後應附關鍵詞 (Key words)，關鍵詞不超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫。摘要以不超過五百字為原則。以中(英)文發表者須附英(中)文摘要，置於本文之後，且內容須與中(英)文摘要相符，並附稿件編號、作者、通訊作者之小註。

本　　文：依序為前言(INTRODUCTION)、材料與方法(MATERIALS AND METHODS)、結果(RESULTS)、討論(DISCUSSION)、結論(CONCLUSION)、誌謝(ACKNOWLEDGEMENTS)、引用文獻(LITERATURE CITED)。除學名、專有名詞、化學式、數學公式、數字、度量衡單位及縮寫外，文句中不得中外文並用，須使用英 (外) 文以助明瞭時，須將英 (外) 文括號置於中文之後。材料與方法、結果兩部份如有必要須分章節，每一章節內並可再分小章節，以助明瞭文稿內容。章節題目(heading)單行置於該章節之前，小章節題目(sub heading)直接置於小章節之首。

表　　格：

1、每一表格應分別繕製，上方須有標題，並按文中出現順序加上表 1 (Table 1.)，表 2 (Table 2.) 等冠號。

2、中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。

3、表格應加分析、簡化與歸納後始可列表。每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

4、表中內容如需說明，均須附加小註，以 z, y, x,…等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依次敘述。

5、表格僅列橫線。

6、性質類同之圖與表務請精簡與合併。

圖　片：

1、圖版以黑色墨水分別繪圖紙或描繪紙(白色透明紙)上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。

2、圖中加註者，應於圖中說明，或以括號註明於標題之後。

3、照片以光面紙為原則，清晰度以縮小 50%可判讀為宜。多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明。顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面(25cm X 18cm)為宜。

4、圖版及照片下方應有標題（或另頁繕寫），並按文中出現的順序加上圖 1(Fig.1)、圖 2(Fig.2)等冠號，在文中須標示清楚，以便對照。中文稿應中英文併寫，力求明確。

5、除併圖外，每一圖片應單頁製作。

6、照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。

誌　謝：不分段落，包括人物、經費來源等。誌謝可略去。

引用文獻：

1、引用文獻(LITERATURE CITED)－列舉確實曾引用之文獻。文獻以登載於學術性期刊、書籍、研討會之文章及學位論文為限。文中涉及引用文獻時，根據該文獻的作者與年代加以括號：如 (Sung 1991) (Lo 1991，1992) (陳 & 胡 1983) (Sung 1991；Hsu *et al.* 1992)，置於引用文處。

2、中文稿可列中、英文文獻，文獻原文為中(英)文者，須以中(英)文列文獻。英文稿之引用文獻須全採用英文。

3、中文文獻以作者姓氏筆劃為序，英文文獻以姓名字母為序。中英文併陳時，中文在前，英文銜接其後。作者相同時以年代先後為序。

4、文獻之書寫方法以期刊為例，依序為作者、年代、題目、期刊、卷期、頁數。

5、西文期刊名須用縮寫，其縮寫方式參照美國出版之〝Biosciences Information Service of Biological Abstracts〞規定，中文期刊用全名。

6、文獻的書寫範例如下：

(1)文獻出自學術性期刊

陳隆澤、胡念才。1983。水稻品種(系)對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究 32:1-13。

Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo, and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse. J. Agric. China 157:34-43. (in Chinese with English Abstract).

Weng, J. H. 1992. CO_2 exchange characteristics of C_3 and C_4 vegetable crops in response to light and nitrogen (in Chinese). J. Agric. Assoc. China 157:21-33.

(2)文獻出自著作性書籍

楊清白。1980。家畜飼料學。藝軒。台北。180 pp.

Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. Chinese Agronomy Press, Taipei. 100 pp.

(3)文獻出自編輯性書籍

Lo, W. S. 1991. The effect of calcium on nitrogen metabolism. p.100-110. *in* : Biology of Rice. (Sung, J. M. and D. J. Liu, eds.) Chinese Agronomy Press, Taipei.

四、單位、縮寫格式及統計分析

1、所有度量衡均採公制，數量如用中(英)文數字，單位以中(英)文全名表示；數量如用阿拉伯數字，單位以 SI units 為準，如一公尺(one meter, 1 m)、二公克(two grams, 2 g)、三公升(three liters, 3 L)、四毫升(four milliliters, 4 ml)。各常用之縮寫單位參照說明如下：

(1)長度：公里(km)、公尺(m)、公分(=厘米)(cm)、公釐(=毫米)(mm)、微米(μm)。

(2)重量(W)：公斤(kg)、公克(g)、μg。

(3)容積(V)：公升(L)、公撮(=毫升)(ml)、μl。

2、溫度：攝氏(C)、絕對溫度(K，但須加以說明)。

3、時間：年(yr)、月(mo)、週(wk)、日(天)(day,days)、時(hr)、分(min)、秒(sec)。

4、濃度：莫耳(M)、千分之一莫耳(mM)、當量(N)、千分之一當量(mN)。

5、重力加速度：*g*。

6、其他之縮寫：平均(*av*)、大約(*ca*)、直徑(diam.)。

7、統計分析：達顯著性水準以*、**或處理間顯著差異區分，以 a、b、c、...表示者均應加註顯著機率值 *P*(例如 $P<0.01$)；各統計量請採慣用符號，例如相關係數(*r*)、決定係數(R)、變異係數(cv)、標準機差(se)等。

五、生物學名以斜體字表示，屬名第一字母大寫。學名於摘要、本文、每一圖表中第一次出現時，須寫全名，如 *Citrus sinensis*；第二次出現時，屬名保留第一字母後加句點 “.” ，種名全寫，如 *C. sinensis*。生物學名於本文中首次出現時應加註命名者。

六、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，本期刊編輯委員保有修改與退稿之權利。文稿經本期刊接受後，作者得送含文稿內容之磁片或電子檔案(IBM 相容電腦之文書管理檔，如 Word 檔或其他.)，並由作者負責前二校。除筆誤與格式外，作者在校稿時，不得擅自更改內容與數據。

七、投稿本期刊之稿件，不得投稿其他刊物。稿件經本期刊接受後，刊登權屬農試所所有，非經本所書面同意，不得轉載或移轉他處發表。

八、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本 50 本；彩色頁印刷及抽印本加印費用由投稿人自行負擔。

九、其他未盡事宜本期刊得隨時修正或補充。

中華農業研究

第五十三卷　第三期

中華民國九十三年九月出版

發行人：林俊義

總編輯：安寶貞

主　編：蕭淑芬　黃淑華　楊舜臣　陳榮華

編審委員：

農藝組：王強生（主審）

呂秀英　陳一心　楊純明　劉新裕

園藝組：歐錫坤（主審）

王德男　施昭彰　徐信次　劉政道

劉邦基　黃肇家

農化組：廖慶樑（主審）

郭鴻裕　劉慧瑛　簡宣裕

植病組：張清安（主審）

安寶貞　程永雄　蔡武雄　鄧汀欽

昆蟲組：王清玲（主審）

何琦琛　陳炳輝　陳健忠　鄭　允

農機組：梁連勝（主審）

黃禮棟　蔡致榮

種原組：范明仁（主審）

農經組：潘德芳（主審）

另聘請各大學院校及研究機關相關學者專家擔任審查委員

Vol. 53., No.3 Sep. 2004

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER: Lin, Chien-Yih

EDITORS IN CHIEF: Ann, Pao-Jen

EDITORS:

Shiau, Shu-Fen
Huang, Shu-Hua
Yang, Shen-Chen
Chen, Long-Hua

EDITORIAL BOARD:

Chang, Chin-An (Plant Pathology)
Ou, Shyi-Kuan (Horticulture)
Liang, Lien-Sheng (Agriculture Engineering)
Liaw, Ching-Liang (Agriculture Chemistry)
Wang, Chin-Ling (Applied Zoology)
Wang, Chang-Sheng (Agronomy)
Fan, Ming-Jen (Crop Genetic Resources)
Pan, Te-Fang (Agriculture Economics)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Bing-Huei
Chen, Chien-Chung
Chen, Yi-Shin
Cheng, Edward Yun
Cheng, Yung-Hsiung
Chien, Shiuah-Yuh
Deng, Ting-Chin
Guo, Horng-Yuh
Ho, Chyi-Chen
Hsu, Hsin-Tszu
Huang, Chao-Chia
Huarng, Li-Duhng
Liou, Pan-Chi
Liou, Tsung-Dao
Liu, Huey-Ing
Liu, Sin-Yie
Lu, Hsiu-Ying
Shih, Jau-Chang
Tsai, Wu-Hsiung
Tsay, Jyh-Rong
Wang, Der-Nan
Yang, Chwen-Ming

Reviewers of the related fields are also invited from universities, and other research organizations

中華農業研究第五十三卷第三期

編　　者：行政院農業委員會農業試驗所

發 行 人：林俊義

發 行 所：行政院農業委員會農業試驗所

地　　址：台中縣霧峰鄉 413 萬豐村中正路一八九號

網　　址：http://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)2330-2301～5

編　　輯
印 製 者：學安文化事業有限公司

地　　址：台中市南區仁和二街七十八號

電　　話：(04)2286-1600

中華民國 93 年 9 月出版

Vol. 53, No.3 Sep. 2004

JOURNAL OF

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Study on the Ecological Methods for the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel. I. Developing a Rapid Technique for Density Monitoring
....Edward Y. Cheng, Wen-Ying Su, Yu-Bing Hwang, Ming-Yao Chiang and Ching-Hua Kao ···155

The Study on Genetic Diversity of the Core Collection for *Capsicum* Using Random Amplified Polymorphic DNA
....Ming-Jen Fan, Shu Chen and L. M. Engle ···165

Application of Chlorophyll Meter to Predict Nitrogen Status of Rice Plant
....Jeng-Chung Lo, Yi-Shin Chen and Chung-Li Chen ···179

Effect of Pollination Stage and Cold Storage of Capsule on the Seed Germination of *Haemaria discolor* (Ker) Lindl.
....Yih-Juh Shiau, Chi-Ni Hsia and Hsin-Sheng Tsay ···193

Thickness and Surface Area Variations of Tainan-white Maize Pericarp
....Guang-Jauh Shieh ···201

Morphological Characterization of *Musa formosana*
......................................Huei-Long Chiu, Chou-Tou Shii, Tsu-Liang Chang, Sin-Wan Lee and Ming-Jen Fan ···207

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,

COUNCIL OF AGRICULTURE

Taichung, Taiwan, Republic of China

中華郵政中臺字第〇三〇九登記爲雜誌交寄

ISSN 0376-477

9 770376 477003

GPN02526389007

定價：新臺幣一七五